# ACADÉMIE DES SCIENCES.

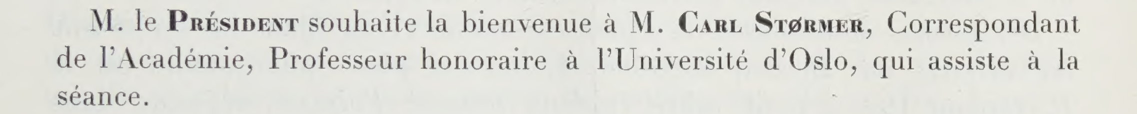
## SÉANCE DU LUNDI 16 NOVEMBRE 1953.

PRÉSIDENCE DE M. AUGUSTE CHEVALIER.



## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.



M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Carl Størmer**, Correspondant de l'Académie, Professeur honoraire à l'Université d'Oslo, qui assiste à la séance.

BOTANIQUE. — *L'origine des Poiriers et Pommiers sauvages de nos forêts et la part qu'ils ont prise dans la formation des variétés cultivées.* Note de M. **Auguste Chevalier**.

Dans une Note récente [1] nous avons montré le rôle important que joua un modeste prêtre, l'abbé Le Gendre, curé d'Hénouville, près Rouen, pour améliorer la culture des arbres fruitiers en France, en publiant en 1652 son livre : *La manière de cultiver les arbres fruitiers*, plein d'aperçus nouveaux sur la culture des Poiriers et Pommiers greffés, plantés en espalier ou contre-espalier, ou en verger, dans ce cas greffés en basse ou en haute tige, parfois sur des sauvageons tirés souvent des forêts environnantes. Pour A. de Candolle, le Poirier commun (*Pyrus communis* L.) se montre encore de nos jours à l'état « sauvage » dans toute l'Europe tempérée [2]. De même le Pommier (*Malus communis* L.) se présente à l'état sauvage (ou subspontané ?) dans les forêts de toute l'Europe tempérée et méditerranéenne. Y sont-ils vraiment spontanés ?

On regarde généralement le poirier et le pommier cultivés comme venus de l'Europe orientale et même de l'Asie tempérée (Caucase, Iran, Himalaya, Cachemire), mais il n'est pas impossible qu'il ait existé aussi des formes de ces deux genres vivant dans les forêts et le maquis dès le qua-

(1) A. Chevalier, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2126.

(2) A. de Candolle, *Origine des plantes cultivées*, Paris, 1882 (*Poiriers et Pommiers*, p. 183-188).

ternaire ([3]). Il est certain que bien avant l'âge des métaux, au début du néolithique, des formes de *Pyrus* et de *Malus* « sauvages » ont vécu dans nos forêts françaises. Des races devaient être spontanées; d'autres ayant été apportées du Sud-Est de l'Europe ou même de l'Asie par des peuplades en migration, auraient été répandues, ensuite dans l'Europe occidentale comme arbres améliorés cultivés et se seraient hybridés souvent avec les formes sauvages vivant déjà dans les forêts, les landes et les maquis. Dès le début du néolithique, à l'époque des palafittes suisses et à l'âge des mégalithes de l'Europe occidentale, il existait chez nous des Poiriers et des Pommiers dont les fruits ou le jus étaient utilisés dans l'alimentation.

Depuis 150 ans environ, la connaissance des formes sauvages ou demi-sauvages de ces deux genres a fait de grands progrès grâce aux travaux de J. Decaisne, Boreau, Morogues, Gillot, Rouy, etc.

Des formes nombreuses de *Pyrus communis* vivant dans les forêts ont été décrites par Boreau et Gillot. L'une des plus remarquables est le *P. cordata* Desv., petit arbre épineux nommé *Poirasse*, répandu dans l'Anjou et la Bretagne. Il pullule notamment dans la presqu'île de Quiberon, entre les mégalithes de Carnac. C'est un arbre médiocre ou un arbuste avec des fruits subglobuleux non charnus, de la taille d'une cerise; les feuilles glabres, à long pétiole à limbe cordé ou arrondi, le différencient des sortes cultivées dans les jardins (*P. domestica* Koch) comme fruits à couteau ou dans les champs comme Poiriers à poiré. Diverses variétés d'arbres à poiré de Normandie et Bretagne descendent certainement de *P. cordata*, espèce presque identique à *P. mamorensis* Trabut, des forêts du Maroc. D'autres sortes à poiré plantées dans les champs en France se rattachent sans doute à *P. nivalis* Jacq. cultivé en Autriche; une de ses sous-espèces *P. salvifolia* D. C. est plantée dans les champs pour ses jus fermentés, aux environs de Paris et dans l'Orléanais. Elle s'avance même vers l'Ouest jusqu'en Basse-Normandie : la variété nommée à Domfront *Plant de Blanc* se rattache à *P. salvifolia* et produit dans l'Orne et la Manche un des meilleurs poirés mousseux. Les *Bézi* ou *Bezier* de la même région, donnant aussi du poiré, se rattachent également de près au *P. nivalis* et ils seraient nés autrefois de Poiriers sauvages vivant dans nos forêts. Toutes ces variétés à poiré ne sont conservées que par la greffe sur des plants venus de semis de pépins provenant de n'importe quelle sorte de Poirier à poiré du pays. Certains de ces Poiriers à poiré cultivés dans les champs atteignent parfois de grandes dimensions (20 m de haut, tronc de 50 à 60 cm de diamètre et parfois plus d'un mètre) et un âge très

---

([3]) A. Chevalier, *Rev. Bot. Appl.*, 1, 1921, p. 145-215 et *Semaine nationale du cidre*, mai 1923.

avancé (250 à 400 années), alors que les *P. cordata* vivant dans les bois à l'état sauvage sont de petites dimensions. Sous le nom de *Pyrus domestica* on réunit souvent les innombrables variétés de Poiriers à fruits comestibles qui vivent greffés dans les jardins (plus de 3 000 sortes sont décrites par les pomologues). Ils sont d'origines très diverses. Beaucoup ont été apportés de loin et conservés par la greffe soit sur des *Pyrus*, soit sur le Cognassier et ont donné à la longue de petites variations. D'autres auraient été découverts dans les bois avec des fruits déjà mangeables. Tel serait, d'après A. Leroy, le *Poirier* variété *Saint-Germain d'hiver* à gros fruits, dont l'ancêtre vivait autrefois à l'état sauvage à Saint-Germain d'Arcé près Lude (Sarthe); il poussait spontanément (?) sur les bords de la rivière. En Belgique, Van Mons a trouvé aussi dans les forêts de l'Ardenne, à l'état supposé sauvage, des Poiriers desquels il aurait obtenu par sélection les célèbres variétés qu'il mit ensuite dans le commerce. D'après les pomologues scientifiques (Sageret, Decaisne, A. André, etc.) de nos jours pour obtenir de bonnes variétés à fruits, de Poiriers ou de Pommiers, on peut partir de sauvageons des forêts. L'expérience a prouvé toutefois aux pomologues modernes (notamment J. Decaisne et A. André) que les chances de faire naître de bonnes poires à couteau sont toujours bien plus certaines en semant des pépins de variétés de première qualité qu'en utilisant ceux des variétés de deuxième ordre ou ceux des poires sauvages des forêts. La greffe sur Cognassier les améliore aussi sans que les qualités soient héréditaires. Ces Poiriers donnent des poires plus belles, plus sucrées, plus savoureuses. Les Poiriers à poiré ne donnent que des fruits âpres, immangeables, mais à jus sucré fermentescible. Ils étaient déjà cultivés à l'époque celte. Les Pommiers à cidre étaient plus rares, mais ils étaient cultivés aussi chez nous avant le Moyen-Age; ensuite de bonnes variétés à cidre furent importées en Normandie du pays basque et se répandirent dans le Nord-Ouest au XVIe siècle.

Dans les forêts de presque toute la France, il existe encore de nos jours un Pommier sauvage à petits fruits acerbes ou très acides, recherchés seulement par les animaux sauvages. Ce Pommier a été décrit autrefois sous le nom de *Malus silvestris* Miller (= *M. acerba* Mérat). Aucun Pommier cultivé ne semble en descendre, pas même des Pommiers à cidre. On observe parfois sur les haies des champs, des Pommiers non greffés, dits *sûrets*, qui sont des *acerba* provenant des bois ou des talus; les fruits sont parfois utilisés pour faire du cidre, mais celui-ci est peu apprécié. Quant aux vrais Pommiers à cidre, ils descendent, comme les producteurs de pommes à couteau, du *Malus dasyphylla* Borkh. (= *M. domestica* Auct.) à feuilles toujours velues, nommé aussi *M. pumila* Mill. ou *Paradis* venu d'Asie. Ajoutons que les Poiriers et Pommiers, cultivés ou sauvages, ne s'hybrident jamais entre eux et que le greffage de Pommier sur Poirier et vice-versa

n'a jamais bien réussi. Ayant observé en Basse-Normandie des millions de Poiriers et Pommiers cultivés à travers les champs pour la production du poiré et du cidre et utilisés pour le jus fermenté ou non, nous n'avons jamais remarqué ni des hybrides, ni des greffes des deux arbres l'un sur l'autre. Aussi estimons-nous que les deux genres *Pyrus* et *Malus* sont très distincts et sans parenté. Le Poirier a plus d'affinités pour le Cognassier, le Sorbier et le Néflier que pour le Pommier; le Pommier n'a d'affinités que pour le genre *Eriolobus* dont diverses variétés vivent en région méditerranéenne et en Asie. Plusieurs espèces de *Malus* sont également spontanées en Amérique du Nord; le *M. pumila* est devenu subspontané au Canada et est passé à l'état sauvage en beaucoup d'endroits (Marie-Victorin), tandis que les Poiriers n'y existent qu'à l'état cultivé après y avoir été introduits lors de l'arrivée des premiers Européens; ils y ont donné des milliers de variétés à couteau dont beaucoup nées sur place descendent des nombreuses espèces et variétés importées d'Europe et d'Asie. Quant aux sortes que l'on désigne au Canada sous le nom de « Petites poires », elle sont en réalité des arbustes appartenant aux genres *Amelanchier* et *Aronia* et se rapprochent davantage du genre *Sorbus*.

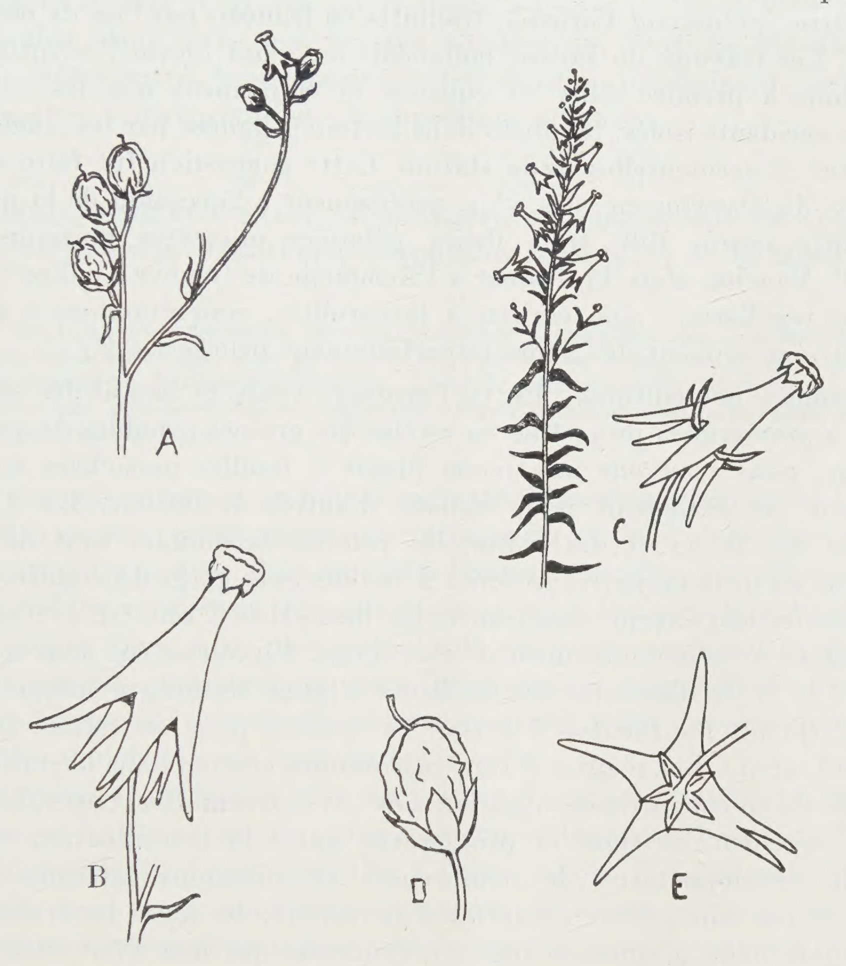
GÉNÉTIQUE. — *Nouvelle variété de Linaire péloriée* (Linaria vulgaris *var.* Allardi). Note de M. **Louis Blaringhem** et Mme **Lily Rohlfs**.

Cette variété vivace est suivie depuis 1946 (4 générations) dans la station d'origine et à l'Arboretum G. Allard. La pélorie n'affecte que la fleur terminale stérile des axes, les fleurs normales sont fertiles.

Découverte à l'automne 1945 au bord du cratère conique formé par une bombe à l'entrée d'un champ périodiquement noyé des Ponts-de-Cé (Maine-et-Loire), une seule touffe présenta l'anomalie dans un rayon de 100 m où *Linaria vulgaris* Mill. croissait en abondance le long des talus de la route. Deux lots des rhizomes furent mis en culture à l'Arboretum G. Allard à Angers : J au bord d'un bassin du jardin intérieur et O sous le robinet d'arrosage de l'Annexe route d'Orgemont. Les caractères essentiels de la variété *Allardi* sont décrits d'après O où la destruction des rhizomes et des fleurs de l'espèce normale fut rigoureusement assurée et dont la descendance par graines a été celle de l'unique pélorie des Ponts-de-Cé.

La figure A est la copie de l'extrémité sèche d'une grappe pélorièe fructifère et de la ramification tardive à la suite des pluies d'automne; les fruits de 1953 proviennent de l'autofécondation. Sur la souche de 1945, 15 hampes fructifères et à ramifications en fleurs présentaient cette altération, tout à fait nouvelle pour nous et bien différente des descriptions et figures données depuis Linné et son disciple Rudberg en 1741. Telle

est en C la variété *peloria* d'après Kew et son Directeur George Nicholson (¹) : port dressé des grappes florales, échelonnement régulier des feuilles presque linéaires, succession ininterrompue de fleurs toutes pélorlées selon la gradation de l'épanouissement de la base au sommet, enfin, sur la fleur pélorlée grossie, les sépales linéaires comme les feuilles sont des particularités bien décisives, différences nettes avec les caractères correspondants




chez la variété *Allardi*. En A, B, D, E les sépales sont courts à peine visibles sous la fleur B de face, bien distincts et ovales sous le fruit D en voie de maturation. Au cours de l'allongement de la grappe *Allardi* la contraction en épaisseur des sépales entraîne tôt la chute de la fleur pélorlée terminale alors que les parois des carpelles encore souples et en allongement présentent des saillies en pointe qui miment les débuts de formation des éperons de la corolle. L'examen des tissus et aussi des pilosités qui sont à l'intérieur de la corolle fera l'objet d'une étude anatomique.

---

(¹) *Dictionnary of Gardening*, London, II, 1890, p. 279.

Nous avons écarté aussi le nom de variété *hemipeloria* donné par Hugo de Vries [2] à la mutation suivie par lui à Amsterdam en semis ordonnés en vue de fixer une race de Linaire vulgaire à grappes fécondes ne portant que quelques fleurs, souvent une seule pélorіée. Les données morphologiques et statistiques furent publiées dans *Mutations Theorie* [3] et exposées en anglais en 1904 à Berkeley (Californie), rédigées par D. T. Mac Dougal sous le titre *Species and Varieties*, traduites en français par l'un de nous [4] en 1908. Les travaux du savant hollandais nous ont fourni l'essentiel des précautions à prendre dans les cultures et confirment que les pélories sont des accidents isolés, favorisés dans certaines lignées par les conditions ambiantes et accidentelles de la station. Cette suggestion fut faite avant l'ébauche du Darwinisme, dès 1841, précisément à l'occasion de la pélorie de *Linaria spuria* Mill., trois fleurs pélorіées observées plusieurs fois par J. P. Vaucher alors Professeur à l'Académie de Genève « calice à cinq divisions régulières... cinq cornets à la corolle..., cinq étamines à pollen blanchâtre et souvent des fleurs imparfaitement pélorіées » [5].

Revenons à nos cultures : En O, l'arrosage voulu et brutal des souches *Allardi* a provoqué la projection en cercles des graines capables de germer; dès 1947, nous trouvons une jeune plante à feuilles panachées et nous favorisons cet étalement pour obtenir d'autres mutations. En J c'est l'examen des fleurs et des fruits; les pélories terminales sont du type 5 éperons en forte majorité, parfois à 2 et alors avec gorge dédoublée, fleurs toujours stériles; exceptionnellement les fleurs B et C ont été à 7 éperons et 4 éperons avec dédoublement de l'un d'eux. En aucun cas nous n'avons constaté la visite d'insectes sur les fleurs à gorge fermée, ni même l'aptitude [6] qu'ont les *Bombus* à briser les éperons pour en retirer le miel (Verhoeff, 1891). Les plantes J sont maintenues comme dans la station des Ponts-de-Cé en concurrence vitale sur 2 m$^2$, avec Graminées, Carex, Liserons qui en couchent les tiges et provoquent après la fructification réalisée l'été, le développement de nombreuses ramifications latérales toutes terminées par une pélorie conforme à la variété. Ici aussi les fruits mûrs ont projeté leurs graines au delà de l'enceinte qui leur était réservée et des dizaines de plantes subsistent parmi les Pommes de terre sans donner la moindre tendance à fleurir sur une terre perméable.

L'intérêt biologique de la variété *Linaria Allardi* est dans le rapproche-

---

(2) Hugo de Vries, *Die Mutations theorie*, I, 1901, p. 556 et 564; II, p. 39.

(3) *Species and Varieties. Their origin by Mutation*, Chap. XVI, D. T. Mac Dougal.

(4) L. Blaringhem, *Espèces et Variétés*, Traduction française, Chap. XVI, p. 289-306, Paris, Alcan, 1908.

(5) J.-P. Vaucher, *Histoire physiologique des plantes de l'Europe*, III, p. 507.

(6) E. Loew, *Blüten biologische Floristik*, 1894, p. 157.

ment qu'on doit en faire avec la plante que Linné a fait étudier en détails figurés par son élève Daniel Rudberg ([7]) un calice de 5 pièces *courtes*, égales, vertes, glabres, persistantes, la corolle formant un tube *infundibulum*; elle est nettement invaginée, quoique tardivement caduque (*fig.* B et D) chez la variété *Allardi.*

Nous insistons sur le fait de stérilité cité depuis par tous les auteurs; la plante étudiée et figurée par Rudberg a toutes les fleurs pélorièes, donne du pollen blanc et les graines sont nombreuses, dans des capsules biloculaires, déhiscentes. Nous donnerons l'explication prochaine de cette découverte avec l'interprétation physiologique probable.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Papilionacées. Développement de l'embryon chez l'*Ornithopus perpusillus *L.* Note (*) de M. **René Souèges**.

Les lois embryogéniques chez l'*Ornithopus perpusillus* sont peu sujettes à de profondes variations; elles permettent de bien définir le type embryonomique déjà représenté par le *Coronilla minima.* Le mode de construction de la partie cotylée *sensu lato*, destinée à donner l'épicotyle et les cotylédons, a pu faire l'objet d'observations assez précises.

Je me suis adressé à un nouvel exemple, l'*Ornithopus perpusillus* L., parmi les Hédysarées, pour essayer de déterminer à quel degré de généralité pouvaient être portées, dans les seules limites de la tribu, les règles précédemment établies au sujet du *Coronilla minima* L. et de l'*Onobrychis sativa* Lam. ([1]). Il s'agissait, d'une façon plus générale, de voir comment pouvaient être résolus les importants problèmes relatifs à l'embryogénie comparée des Hédysarées, que L. Guignard ([2]) avait déjà entrevus en 1881 et que j'ai très succinctement rappelés au début de ma Note sur le *Coronilla.*

L'*Ornithopus perpusillus,* avec ses gousses de petites dimensions, légèrement arquées et faciles à orienter, garnies de graines la plupart bien fécondées, s'est montré particulièrement favorable à l'observation. Il a permis d'établir des données très précises nous mettant en mesure de mieux définir le type embryonomique auquel les deux espèces antérieurement examinées ont été rapportées.

La figure 3 représente la tétrade en $A_1$, produite par division transversale de l'oospore (*fig.* 1) et segmentation verticale de ses deux cellules-filles, les cellules apicale et basale. En 4 et 5, sont dessinées les coupes voisines d'un même proembryon; elles démontrent que les quadrants se forment par division verticale des deux cellules supé-

---

([7]) Linné, *Amoenitates Academicæ*, I, 1749, p. 282 et pl. p. 298.

(*) Séance du 9 novembre 1953.

([1]) R. Souèges, *Comptes rendus,* **224**, 1947, p. 1254; **237**, 1953, p. 450.

([2]) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 6e série, 12, 1881, p. 97.

rieures de la tétrade; en 6, les deux cellules inférieures se sont segmentées à leur tour et le proembryon apparaît nettement octocellulaire. Parfois, les cloisons dans les deux éléments supérieurs de la tétrade, peuvent être plus ou moins inclinées; mais, en aucun cas, l'une d'elles se montre franchement transversale comme cela se produit chez le *Coronilla* ou l'*Onobrychis*. En règle générale, la cellule basale se divise plus tard que la cellule apicale (*fig.* 2) et le retard s'accentue aux stades suivants; au moment de la

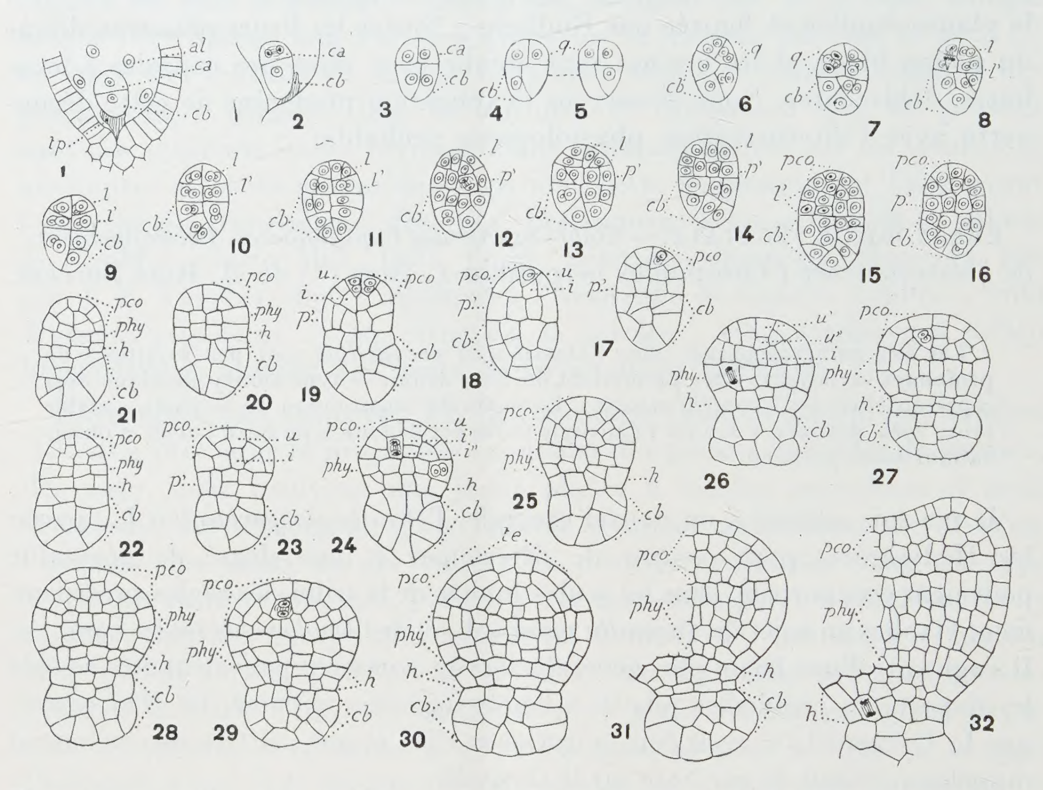


Fig. 1 à 32 : *Ornithopus perpusillus* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *al*, albumen; *tp*, tube pollinique; *ca*, cellule apicale du proembryon bicellulaire; *cb*, cellule basale ou suspenseur; *q*, quadrants; *l*, octants supérieurs ou partie cotylée *s. lato*; *l'* octants inférieurs ou assise *p'*; *phy*, partie hypocotylée; *h*, hypophyse; *u*, *u'*, *u''*, *i*, *i'*, *i''*, les couches cellulaires de la partie cotylée *s. lato*; *te*, tissu épiphysaire ou épicotyle. En 4 et 5, les deux coupes voisines d'un même proembryon. G = 370.

constitution des octants (*fig.* 9, 10) par division transversale des quadrants (*fig.* 7, 8), le proembryon ne comporte que 12 à 14 éléments, huit produits par la cellule apicale, 4 ou 6 seulement par la cellule basale. On remarquera également que, dès le stade de la tétrade, les macromères fournis par la cellule basale se distinguent nettement des micromères issus de la cellule apicale, par leurs dimensions et leur chromaticité.

Les octants supérieurs *l* (*fig.* 10), engendrent la partie cotylée *sensu lato*. Les premières cloisons dans leur intérieur sont le plus souvent anticlines à direction verticale (*fig.* 11, 13, 14 à d., 12, 16 à g.) ou horizontale (*fig.* 13 à g.), quelquefois périclines (*fig.* 12 à dr., 15); dans ce dernier cas, il y a lieu d'admettre que les cellules séparées extérieurement représentent les premiers éléments de dermatogène; que, dans le cas d'une cloison anticline horizontale, la formation de cette première cloison dans l'octant entraîne

la séparation immédiate de l'épicotyle et de la partie cotylée *sensu stricto*. On peut voir en 17, 18, 19, 20, comment se disposent les cloisons suivantes et comment se constituent, aux dépens des octants supérieurs, deux plans cellulaires ou deux assises au voisinage de l'axe, l'un extérieur, l'autre intérieur, *u* et *i* (*fig.* 18, 19). Peu après (*fig.* 21 à 26), il apparaît trois assises, la troisième tirant origine, soit de l'assise extérieure périphérique, quand, dans l'octant, la cloison anticline a pris une direction horizontale (*fig.* 13 à g., 17, 18 à d., 19, puis 26, *u'*, *u''* et *i*), soit de l'assise intérieure quand la cloison a pris une direction verticale (*fig.* 14 à d., 20 à g., puis 24, *u*, *i'* et *i''*).

Plus tard, se forme une quatrième assise, c'est-à-dire une troisième assise sous le dermatogène (*fig.* 30 à 32); les figures 27, 28, montrent que la génération de cette troisième assise débute généralement par le cloisonnement transversal des cellules circumaxiales placées sous l'assise périphérique. Dans la figure 30, on peut se rendre compte de la composition et des limites que présentent, à ce stade, l'épicotyle, *te*, et la partie cotylée *sensu stricto* ([3]).

Les octants inférieurs, *l'* (*fig.* 10), par divisions verticales donnent l'assise *p'* (*fig.* 11 à 13) qui se dédouble bientôt par des segmentations transversales (*fig.* 14 à 24) en deux couches, génératrices l'une de la partie hypocotylée, *phy*, l'autre du tissu hypophysaire, *h*.

La cellule basale engendre un suspenseur qui se montre toujours bien distinct de l'embryon proprement dit; l'étranglement qui les sépare extérieurement n'apparaît qu'assez tard, après la séparation des assises *phy* et *h* aux dépens des octants inférieurs.

En définitive, les lois embryogéniques fondamentales établies au sujet du *Coronilla minima* et de l'*Onobrychis sativa* se retrouvent chez l'*Ornithopus perpusillus*; elles offrent cependant beaucoup plus de régularité chez cette dernière espèce, qui peut ainsi être élevée au rang de véritable *archétype* de la famille dont le *Coronilla* était considéré jusqu'ici comme un simple type représentatif ([4]).

Chez l'*Ornithopus*, en outre, le mode de construction de la partie cotylée *s. lato* peut être suivi assez exactement; il ne comporte pas la différenciation, à la troisième génération, d'une cellule épiphysaire, homologue d'un quadrant, mais la constitution néanmoins, plus tard, d'un *tissu épiphysaire*, primordium de l'épicotyle, à l'édification duquel concourent les quatre quadrants.

A l'heure actuelle, l'examen de trois espèces chez les Hédysarées n'a fait connaître que de profondes analogies; il sera nécessaire d'entreprendre d'autres recherches si l'on veut être mieux renseigné sur les différences qu'offriraient les autres espèces de la tribu dans l'édification de leurs formes embryonnaires.

---

([3]) Il est bon de rappeler que *pco sensu lato*, comprend le point végétatif de la tige ou *pvt*, et la zone sous-épiphysaire cotylédonaire ou *pco s. stricto*. C'est cette dernière partie qui se trouve désignée dans tous les tableaux récapitulatifs des lois du développement, que nous avons dressés au cours de nos recherches.

([4]) R. Souèges, *Embryogénie et Classification*, 3e fasc., 1948, p. 45.

GÉOLOGIE. — *Sur l'état thermique interne du Globe.*

Note (*) de M. **Alexandre Dauvillier**.

L'auteur, comparant la production de l'énergie géothermique à l'ampleur du volcanisme dans le passé, justifie la théorie des cycles de J. Joly, mais prévoit ceux-ci dix fois plus longs et de fréquence décroissante.

Dans une précédente Note [1] nous avons estimé la chaleur interne du Globe en nous basant sur le modèle de E. Roche [2] — justifié par de multiples considérations — et la teneur en radioéléments des météorites. La quantité de chaleur ainsi calculée excédait six fois celle issue par conduction de la surface terrestre et fut attribuée à l'énergétique du thermalisme et du volcanisme.

Il était intéressant de comparer l'évolution de cette chaleur interne avec celle du volcanisme dans le passé. Les quatre radioéléments actifs sont $^{232}$Th, $^{238}$U, $^{235}$U et $^{40}$K. Par suite de leur vie courte, les deux derniers sont les plus importants. La connaissance du débit thermique dans le passé, se heurte, cependant, à des difficultés : nous ne savons pas si ces éléments sont contemporains et nous ignorons leur âge. La prédominance de $^{208}$Pb pourrait signifier que $^{232}$Th est plus âgé que les autres, s'il est seulement dû à la radioactivité. Si nous admettons qu'ils sont contemporains et que la concentration en $^{235}$U et $^{238}$U était initialement la même, leur âge est de $5.10^9$ ans. C'est une limite supérieure, car les abondances de $^{207}$Pb et $^{206}$Pb sont les mêmes et $^{238}$U de masse paire, était vraisemblablement plus abondant. On trouve ainsi une production de chaleur interne 1,2 fois plus grande qu'aujourd'hui, il y a $10^9$ ans, et 1,7 fois plus grande, il y a $3.10^9$ ans.

On peut estimer, d'autre part, l'ampleur du volcanisme dans le passé par l'observation des évents et la considérer comme proportionnelle au carré de leur diamètre. A l'heure actuelle, les cratères actifs n'ont pas un diamètre supérieur au demi-kilomètre. Le volcanisme tertiaire nous montre, au contraire, des cirques considérablement plus vastes. Le plus grand cratère de l'Eifel atteint 2 km. Le grand cirque, dont les lacs-craterlets d'Albano et de Nemi, le Monte-Cavo, jalonnent la périphérie, a 7 km de diamètre. La caldera du volcan Aso, dans l'île Kiou-Shiou, mesure 16 sur 25 km. A Tenerife, celle de Las Cañadas : 16 × 20 km et l'on peut

---

(*) Séance du 9 novembre 1953.

[1] A. Dauvillier, *Comptes rendus*, **212**, 1941, p. 1156; *Physique Cosmique*, 1 vol. 350 pages, Hermann, Paris, 1947.

[2] E. Roche, *Comptes rendus*, **93**, 1881, p. 364.

encore discerner un plus grand cirque démantelé qui l'entoure atteignant 30 × 45 km.

Les atolls tertiaires ont jusqu'à 70 km de diamètre et le guyot d'Enivetok (précambrien ?) a 53 km de diamètre au sommet et 91 à la base. Ainsi, à une époque toute récente (— 30 Méga-ans), 100 fois plus proche de nous que celle de la naissance du Globe, le débit volcanique était 1600 fois plus actif que durant l'ère historique, en considérant seulement un diamètre moyen de 20 km.

En remontant plus loin dans le passé, avant l'ère des périodes géologiques, on observe des formations circulaires dont la grandeur atteint celle des grands cirques lunaires. Ainsi, le *pur volcanisme océanique canarien* montre que les évents éruptifs : Gran Canaria, Tenerife, Palma, Piton, Salvage, Banc de Dacia, Banc Conception, Lanzarote et Fuerteventura, s'alignent sur la périphérie d'un cirque elliptique mesurant 200 sur 400 km. Telle était l'ampleur du volcanisme terrestre, peu après la séparation de la Lune, mais ce phénomène s'y manifestait alors pour la première fois et son mécanisme était tout autre, l'énergie n'étant pas empruntée aux radioéléments. Si l'on ajoute que la fosse centrale canarienne a une profondeur (3 km) double de la profondeur océanique extérieure, la ressemblance avec une formation lunaire apparaîtra plus évidente encore.

Cette énorme disproportion — de 1 à 1000 — existant entre la chaleur produite et l'intensité du volcanisme, montre qu'il existe un retard, une inertie et une accumulation thermique considérables, en accord dans la conception des cycles de J. Joly. Mais le grand géologue attribuait à la Terre un âge dix fois trop court et la durée de ses cycles doit être décuplée (300 Ma). De plus, l'épuisement des radioéléments exige que les périodes de volcanisme intensif se succèdent après des périodes de repos de plus en plus longues, la prochaine ne devant pas avoir lieu avant 300 Ma.

Signalons encore que nous avons reconnu, sur la face Est du Pic de Teide (3 760 m) des traces glaciaires non encore signalées, consistant en un vaste champ de blocs erratiques de lave, se terminant entre la Montaña Blanca et le Teide, à 2 600 m d'altitude, par une succession de grandes moraines de ponce, qui avaient été décrites comme des « dunes » par J. Mascart en 1910 ([3]). De telles traces sont rares sous cette latitude (28° 15′ nord). Elles s'accordent avec celles observées dans le Djurdjura, le Moyen et le Haut-Atlas pour fixer les altitudes limites de la glaciation pléistocène en Afrique.

---

([3]) A. Brun avait considéré les *stries* qu'il avait observées comme dues à des coulées de laves.

## NOMINATIONS.

A l'unanimité des suffrages exprimés, MM. **Marcel Delépine** et **Paul Lebeau** sont réélus Membres de la Commission de contrôle de la circulation monétaire pour une période de trois ans.

## PLIS CACHETÉS.

A la demande des auteurs, le pli cacheté accepté en la séance du 12 juin 1950 et enregistré sous le n° 12 700 est ouvert par M. le Président.

Le document qui en est retiré sera soumis à l'examen de la Section des applications de la science à l'industrie.

## CORRESPONDANCE.

M. **Jean Lecomte** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de physique générale, par la mort de M. *Jean Becquerel*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Pacific Science Association. *Organizations engaged in scientific research on an international scale in the Pacific*.

2° Institut des Parcs nationaux du Congo belge. *Exploration du Parc National Albert*. Deuxième série. Fascicule 1.

3° Id. *Exploration du Parc National de l'Upemba. Mission G. F. De Witte en collaboration avec W. Adam, A. Janssens, L. Van Meel et R. Verheyen* (1946-1949). Fascicules 9, 17, 23.

4° Yokohama municipal University. Faculty of arts and science. Department of mathematics. *The Yokohama mathematical Journal*, Vol. I, n° 1.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Principe de l'augmentation des longueurs extrémales.* Note (*) de MM. **Joseph Hersch** et **Albert Pfluger**, présentée par M. Paul Montel.

La longueur extrémale d'une famille de courbes ne peut pas diminuer à la suite d'une application analytique. (On sait qu'elle reste invariante si l'application est univalente). Ce principe général est apparenté aux principes de Nevanlinna sur la mesure harmonique et la distance hyperbolique. Dans un cas particulier, il livre une propriété établie indépendamment par Jenkins; dans un autre cas, davantage.

1. Nous adoptons, pour la longueur extrémale $L_{\{c\}}$ d'une famille de courbes $\{c\}$, la définition donnée dans une Note antérieure ([1]); c'est une forme modifiée de la définition usuelle d'Ahlfors et Beurling ([2]).

*Soit $\{c\}$ une famille de courbes sur une surface de Riemann; la famille $\{c'\}$, image de $\{c\}$ par une fonction analytique $z'=f(z)$, a une longueur extrémale* $L_{\{c'\}}\geq L_{\{c\}}$.

*Démonstration.* — Soit $\rho(z)$ une répartition ([3]) concurrente pour $\{c\}$; appelons $z_i$ les images réciproques de $z'$; la répartition

$$\rho'(z')=\begin{cases}\operatorname{Max}_i\left[\rho(z_i)\left|\dfrac{dz'}{dz_i}\right|^{-1}\right] & \text{si tous les } \dfrac{dz'}{dz_i} \text{ sont différents de zéro,}\\ 0 \quad \text{si un } \dfrac{dz'}{dz_i}=0 & \text{(ces } z' \text{ sont isolés),}\end{cases}$$

est concurrente pour la famille $\{c'\}$, car $\int_{c'}\rho'\,|dz'|$ majore $\int_{c_i}\rho\,|dz|$ pour tout $i$, elle est donc $\geq 1$ puisqu'une des courbes $c_i$ appartient à $\{c\}$. De plus, $\iint\rho'^2\,d\tau'\leq\iint\rho^2\,d\tau$, ce qui démontre notre théorème.

2. Le principe énoncé ci-dessus et sa démonstration se généralisent immédiatement au cas suivant. Nous inspirant de Jenkins ([4]), donnons-nous un système $\{c_1\}$, $\{c_2\}$, ..., $\{c_k\}$ de familles de courbes, et définissons la fonction

$$M(a_1, a_2, \ldots, a_k)=\inf_\rho\iint\rho^2\,d\tau,$$

où sont admises à concurrence toutes les répartitions $\rho$ telles que $\int_{c_\nu}\rho\,ds\geq a_\nu>0$

---

(*) Séance du 9 novembre 1953.

(1) J. Hersch, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 569.

(2) *Acta Math.*, 83, 1950, p. 114.

(3) C'est-à-dire une fonction réelle non négative.

(4) *Trans. Amer. Math. Soc.*, 67, 1949, p. 327-350.

pour toute courbe $c_\nu \in \{c_\nu\} (1 \leq \nu \leq k)$. *Alors*

$$M'(a_1, a_2, \ldots, a_k) \leq M(a_1, a_2, \ldots, a_k),$$

où M′ se rapporte aux familles-images $\{c'_1\}, \{c'_2\}, \ldots, \{c'_k\}$.

3. Le principe d'augmentation des longueurs extrémales est en relation avec les principes de Nevanlinna sur l'augmentation de la mesure harmonique et sur la diminution de la distance hyperbolique. On s'en assure sans peine, dans les cas les plus simples, à l'aide des résultats annoncés dans la Note (1) (§ 2 et 3) (en raisonnant avec les familles $\{\gamma\}$).

4. Soit $Q(\beta_1 \alpha_1 \beta_2 \alpha_2)$ un quadrilatère [*cf.* (1)]. Supposons qu'il existe une fonction $f(z) = u + iv$ analytique dans Q, continue sur la frontière, et telle que $v \leq -b$ sur $\alpha_1$, $v \geq b$ sur $\alpha_2$, et $|u| < a$ dans tout Q. Alors le module $\mu_{\beta_1 \beta_2}$ de Q satisfait

$$\mu_{\beta_1 \beta_2} \leq \frac{a}{b}.$$

*Démonstration.* — Soient $\{c\}$ la famille des arcs de Jordan dans Q reliant $\beta_1$ à $\beta_2$; et $\{\sigma\}$ celle des arcs dans le rectangle $|u| < a$, $|v| < b$, reliant les deux côtés verticaux. Chaque arc $\sigma$ contient un arc $c' ;= f(c)$ donc $L_{\{\sigma\}} \geq L_{\{c'\}} \geq L_{\{c\}}$ (principe d'augmentation); d'où l'inégalité

*Remarque.* — Dans un article récent (5), Jenkins a démontré une propriété équivalente; sa *méthode*, bien que liée à plusieurs hypothèses restrictives, présente une forte analogie avec notre démonstration générale du principe d'augmentation (§ 1); nous avons cependant travaillé indépendamment de lui. Nevanlinna (6) avait déjà démontré une inégalité analogue, bien que moins forte.

5. Soient G un domaine de Jordan sur une surface de Riemann; K un continu simplement connexe dans G; $z' = f(z)$ une fonction analytique bornée dans G. Appelons D le domaine doublement connexe G — K; $\gamma_1$ le contour *extérieur* de K′ (7), et $\Gamma_1$ celui de G′; $D_1$ le domaine doublement connexe de contours $\gamma_1$ et $\Gamma_1$. Alors

$$\mu_{D_1} \geq \mu_D.$$

*Démonstration.* — Soient $\{c\}$, resp. $\{c_1\}$, la famille des arcs de Jordan joignant les deux contours de D, resp. $D_1$. Tout arc $c_1$ contient un arc $c'$, donc $L_{\{c_1\}} \geq L_{\{c'\}} \geq L_{\{c\}}$ (principe d'augmentation); d'où l'inégalité.

*Remarque.* — Si la fonction $f(z)$ applique D de façon non triviale (8) dans

---

(5) *Ann. of Math. Studies*, 30, 1953, p. 87-94.

(6) *Eindeutige analytische Funktionen*, Springer, 1936, p. 75-76.

(7) C'est la frontière de la composante connexe du complément de K′ qui contient le point à l'infini.

(8) C'est-à-dire non-homotope dans $D_2$ à une application constante.

un domaine doublement connexe $D_2$, alors $D_2 \supset D_1$ et $\mu_{D_2} \geq \mu_{D_1}$, donc $\mu_{D_2} \geq \mu_D$. Cette dernière inégalité a déjà été démontrée par Schiffer (9) et par Jenkins (5).

6. Si $z' = f(z)$ est une fonction D-pseudo-analytique (10) douée de dérivées partielles, le principe d'augmentation devient $L_{\{c'\}} \geq D^{-1}. L_{\{c\}}$, soit (§ 2) $M'(a_1, \ldots, a_k) \leq D . M(a_1, \ldots, a_k)$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Compléments à des théorèmes de E. Landau, M. Fekete et V. Bernstein.* Note de M. **Maurice Blambert**, présentée par M. Paul Montel.

Des résultats classiques mettent en lumière l'influence de la nature de la suite $\{a_n\}$ des coefficients d'une série de Dirichlet $f(s) = \Sigma a_n e^{-s\lambda_n}$, $\lambda_n \uparrow \infty$, sur la répartition des singularités de la fonction qu'elle définit. Si les $a_n$ sont réels non négatifs, le point réel de l'axe de convergence, $\mathcal{R}s = \sigma = \sigma_c^f$, est singulier pour $f(s)$ (théorème dû à E. Landau). Le résultat subsiste s'il existe $\tau$, $0 < \tau < \pi/2$, tel que $|\tau_n| < \tau$, en posant $a_n = |a_n| e^{i\tau_n}$, $n \geq n_0 \geq 1$ (théorème dû à M. Fekete). V. Bernstein convient de dire qu'il y a un changement de signe entre les coefficients non nuls $a_n$ et $a_{n+1}$ s'il y a un changement de signe entre $\mathcal{R}a_n$ et $\mathcal{R}a_{n+1}$, et énonce : si la suite $\{\lambda_n\}$ satisfait à $\underline{\lim}(\lambda_{n+1} - \lambda_n) = h > 0$ et si la suite $\{a_n\}$ satisfaisant à $|\tau_n| < \tau$ ou bien $\pi - \tau < \tau_n < \pi + \tau$, $(0 < \tau < \pi/2)$, présente des changements de signe seulement entre les coefficients $a_{n_\nu}$ et $a_{n_\nu+1}$, alors $f(s)$ possède au moins un point singulier sur le segment $|\mathcal{I}s| \leq \pi D$ de son axe de convergence, où D désigne la densité maximum de la suite $\{\mu_\nu\}$, avec $\mu_\nu = (1/2)(\lambda_{n_\nu} + \lambda_{n_\nu+1})$. D'autres résultats intéressants sont bien connus, notamment des théorèmes de G. Pólya et A. Ostrowski, qu'il serait trop long de rappeler ici. L'objet de cette Note est, en se limitant aux séries à suite $\{\lambda_n\}$ mesurable, d'énoncer des propriétés analogues à celles énoncées ci-dessus mais en élargissant le champ des hypothèses portant sur $\{a_n\}$. La suite $\{a_n\}$ sera dite satisfaire à une hypothèse du type Fekete s'il existe $\tau$, $0 < \tau < \pi/2$, tel que $|\tau_n| < \tau$ dès que $n \geq n_0 \geq 1$. Elle sera dite satisfaire à une hypothèse du type Fekete-B si, plus généralement, $|\tau_n| < \tau$ ou bien $\pi - \tau < \tau_n < \pi + \tau$. (C'est une hypothèse du type Fekete-B qui figure dans le théorème de V. Bernstein).

Théorème I. — *Dans les hypothèses : 1° la suite $\{\lambda_n\}$ de $f(s) = \Sigma a_n e^{-s\lambda_n}$, avec $\sigma_c^f < \infty$, est mesurable à densité finie $D > 0$ ; 2° posant $C(z) = \Pi[1 - (z^2/\lambda_{n_\nu}^2)]$, où la suite strictement croissante $\{\lambda_{n_\nu}\}$ est une suite partielle, mesurable à densité*

(9) *Quart. Jour. Math.*, **17**, 1946, p. 197-213.

(10) H. Grötzsch, *Leipziger Ber.*, **80**, 1928, p. 503-507; **82**, 1930, p. 69-80; A. Pfluger, *Comptes rendus,* **231**, 1950, p. 1022; J. Hersch et A. Pfluger, *Comptes rendus*, **234**, 1952, p. 43.

*$\Delta \geq 0$, extraite de $\{\lambda_n\}$; alors tout point $\alpha$ de l'axe d'holomorphie $\sigma = \sigma_{\mathcal{H}}$, centre d'un intervalle de longueur $2l(l > 0)$ régulier pour $f(s)$, est centre d'un intervalle de longueur $2(l - \pi\Delta)$ régulier pour $\psi(s) = \Sigma a_n C(\lambda_n) e^{-s\lambda_n}$ si $l > \pi\Delta$. Si $\Delta = 0$, la fonction $\psi(s)$ est régulière en chaque point de l'axe $\sigma = \sigma^f_{\mathcal{H}}$ où $f(s)$ est elle-même régulière; si, en outre, $\{\lambda_n\}$ admet un indice de condensation fini, alors tout point singulier « semi-isolé sur l'axe d'holomorphie » pour $f(s)$ est singulier pour $\psi(s)$.*

J'appelle ainsi tout point frontière d'un intervalle ouvert de longueur non nulle situé sur l'axe d'holomorphie et régulier pour $f(s)$.

Ces résultats permettent d'énoncer le

THÉORÈME II.1. — *Dans les hypothèses : 1° $\{\lambda_n\}$ est mesurable, à densité $D > 0$, et telle que $\underline{\lim}(\lambda_{n+1} - \lambda_n) = h > 0$, $(-\infty < \sigma^f_{\mathcal{C}} < \infty$; les $a_n$ sont supposés tous non nuls$)$; 2° $\{\lambda_{n_\nu}\}$, extraite de $\{\lambda_n\}$, est mesurable à densité $\Delta \geq 0(\{\lambda'_m\}$ est la suite strictement croissante complémentaire à $\{\lambda_{n_\nu}\}$ par rapport à $\{\lambda_n\})$; 3° la suite $\{a'_m\}$ complémentaire à $\{a_{n_\nu}\}$ satisfait à une hypothèse du* type *Fekete; 4° un changement de signe de $\mathcal{R}\{a'_m C(\lambda'_m)\}$ se produit dans le passage de l'indice $m_\nu$ à l'indice $m_\nu + 1$; $D_\mu$ est, par définition, la densité « maximum » de la suite $\{\mu_\nu\}$, avec*

$$\mu_\nu = \frac{1}{2}(\lambda'_{m_\nu} + \lambda'_{m_\nu+1});$$

*alors, dans tout intervalle $|\mathcal{J}s| > \pi(\Delta + D_\mu)$ de l'axe $\sigma = \sigma^f_{\mathcal{H}}$ existe au moins un point singulier pour $f(s)$.*

On suppose pour la démonstration qu'il existe sur $\sigma = \sigma^f_{\mathcal{H}}$ au moins un intervalle de longueur supérieure à $2\pi\Delta$ et régulier pour $f(s)$.

THÉORÈME II.2. — *Dans les hypothèses du théorème* II.1 *et si $\{\mu_\nu\}$ est mesurable, alors tout intervalle $|\mathcal{J}s| > 2\pi\Delta$ de $\sigma = \sigma^f_{\mathcal{H}}$ contient au moins un point singulier pour $f(s)$.*

THÉORÈME II.3. — *Dans les hypothèses du théorème* II.1 *et si $\Delta = 0$, alors le point réel $\sigma^f_{\mathcal{H}} = s$ est singulier pour $f(s)$.*

Le théorème II.3 est un complément immédiat du théorème de Landau-Fekete. Il est facile de donner des exemples où le théorème de V. Bernstein ne s'applique pas alors que le théorème II.1 s'applique; mieux encore, où le théorème de V. Bernstein donnerait le même résultat que le théorème II.1 si on l'énonçait sans tenir compte de son hypothèse sur $\{a_n\}$. Plus généralement, on peut énoncer le

THÉORÈME III. — *L'assertion du théorème* II.1 *subsiste dans les hypothèses* (1), (2), (4), *mais en remplaçant* (3) *par* (3') *: la suite $\{a'_m\}$ satisfait à une hypothèse du type Fekete-B.*

Toutes ces propriétés, et d'autres, peuvent être énoncées sous des hypothèses un peu plus générales; on a choisi les libellés ci-dessus pour des raisons de simplicité d'énoncés et de démonstrations.

MÉCANIQUE. — *Sur un servomécanisme non linéaire à plusieurs variables indépendantes.* Note de M. **Dusan Mitrovic**, présentée par M. Henri Villat.

La recherche d'une courbe intégrale d'une équation différentielle vérifiant des conditions données pour la variable indépendante $t \neq 0$ est une des applications très importantes de l'analyseur différentiel électronique du type analogique. Cependant, on ne peut imposer à la machine que les conditions initiales pour $t = 0$. On est donc, toujours, obligé de tâtonner [1]. La figure 1 représente un schéma qui permet de résoudre le même problème sans aucun tâtonnement, dans le cas très simple $y'' + \omega^2 y = 0$, cas que nous généraliserons ensuite.

Le dispositif T délivre une impulsion électrique à l'époque $n\tau + t_1$, $n$ étant l'ensemble des nombres entiers, positifs et négatifs, $\tau$ la période et $t_1$ une valeur donnée de la variable $t$. Grâce à ces impulsions, les interrupteurs électroniques $S_1$ et $S_2$ se ferment de sorte que les tensions instantanées $y(t_1)$ et $y'(t_1)$ sont transmises sur les condensateurs de mémoire $C_1$ et $C_2$ et comparées aux conditions posées sur les potentiomètres $P_1$ et $P_2$. Les écarts sont appliqués aux entrées des amplificateurs $A_1$ et $A_2$ qui fournissent à leurs sorties, si le système est stable, les tensions $y(0)$ et $y'(0)$ correspondant aux conditions $y(t_1)$ et $y'(t_1)$.

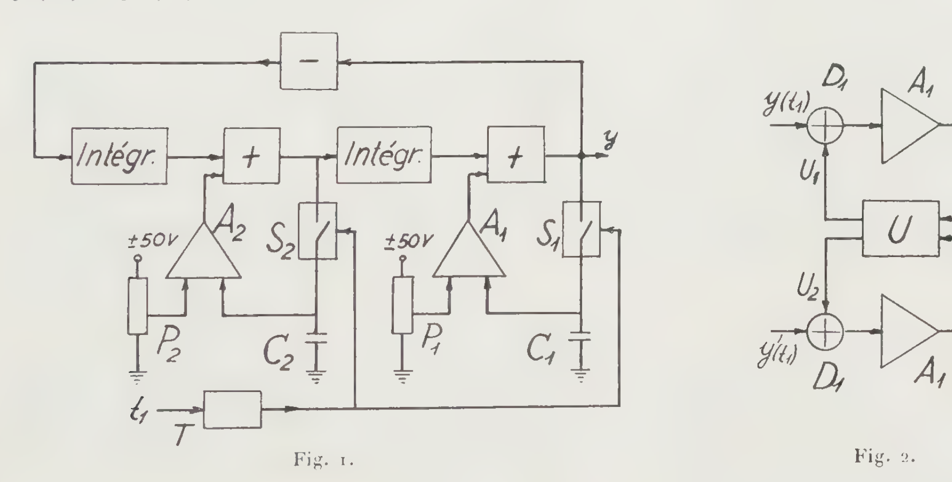



Fig. 1. Fig. 2.

*Généralisation.* — Pour simplifier l'écriture nous nous bornerons à l'équation

$$y'' = f(t, y, y'). \tag{1}$$

Nous supposons que la fonction $f$ admet dans un parallélépidède P des dérivées partielles continues du premier ordre par rapport à $y$ et $y'$.

(1) A. B. Mac Nee, *Proc. Inst. Rad. Eng.*, 37, n° 11, 1949, p. 1315.

Le servomécanisme est chargé, ainsi que dans l'exemple précédent, de chercher et poser les conditions initiales pour $t = 0$ qui définissent la même courbe intégrale que les conditions données pour $t = t_1$.

En partant des intégrales premières, on a évidemment dans un parallélépipède intérieur au premier

$$(2) \qquad U_1[y(0), y'(0)] = y(t_1), \qquad U_2[y(0), y'(0)] = y'(t_1);$$

où les fonctions $U_1$ et $U_2$ admettent les dérivées partielles continues du premier ordre par rapport à $y(0)$ et $y'(0)$.

Le servomécanisme doit résoudre le système (2) par rapport à $y(0)$ et $y'(0)$. Il s'agit donc d'un servomécanisme non linéaire à deux variables indépendantes comportant des organes à fonctionnement discontinu. Pour éliminer la discontinuité de notre étude, nous supposons que la période $\tau$ est petite vis-à-vis des constantes de temps dans les boucles correspondantes. Ce fait se justifie par des raisons pratiques. Le schéma de principe est représenté par la figure 2. La boucle principale, qui résout l'équation différentielle joue le rôle du « générateur » U des fonctions $U_1$ et $U_2$. $D_1$ et $D_2$ sont des discriminateurs d'écarts.

D'après les formules classiques du calcul opérationnel l'image des équations qui définissent le phénomène transitoire est de la forme

$$(3) \qquad U_1(Y_0, Y'_0) - y(t_1) = \frac{Y_0}{G(p)}, \qquad U_2(Y_0, Y'_0) - y'(t_1) = \frac{Y'_0}{G(p)};$$

$Y_0$ et $Y'_0$ étant les tensions qui représentent les conditions pour $t = 0$, et $G(p)$ le coefficient de transfert isomorphe des amplificateurs $A_1$ et $A_2$. Pour $p \to 0$ et $G(0) \gg 1$ l'équation (3) devient (2).

Si l'on assujettit les fonctions $U_1$ et $U_2$ à une approximation linéaire dans le voisinage du point d'équilibre $[y(0), y'(0)]$, les équations (3), grâce à (2), fournissent

$$(4) \qquad \left[\Delta - \frac{I}{G(p)}\right]\vec{Y} - \vec{b} = 0,$$

I étant la matrice unité d'ordre 2, $\Delta$ la matrice des coefficients du système linéaire. $\vec{Y}$ est le vecteur de composantes $Y_0$ et $Y'_0$ et $\vec{b} = \Delta\vec{y}$, $\vec{y}$ étant le vecteur de composantes $y(0)$ et $y'(0)$.

Pour de petits écarts à partir du point d'équilibre notre étude se ramène donc à celle des servomécanismes linéaires à plusieurs variables indépendantes. Dans le cas où il y a discontinuité l'analyse est analogue [2].

---

[2] F. H. RAYMOND, *Ann. Télécommunications*, 4, n$^{os}$ 7, 8, 9, 10, 1949, p. 250-256, 307-314, 347-357.

Avec l'aide de M. Miodrag Rakié nous avons développé et réalisé le schéma de la figure 1. Les détails seront donnés ailleurs [3].

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Compensation réciproque des tensions statiques et des extensions relatives dans les épreuves de fatigue par tractions répétées.* Note de M. **Albert Laborde**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Quand un fil textile soumis à une épreuve de fatigue par traction supporte, avant le début de chaque extension, une charge statique F, toujours la même, les conditions initiales qui déterminent l'accommodation du fil sont strictement établies si l'épreuve est conduite à extension relative $\Delta L/L$ constante.

Sur un appareil d'essai pouvant imposer une épreuve de ce type [1], on constate expérimentalement que la tension F/S (F, charge statique invariable; S, section du fil au début de l'épreuve) et l'extension relative $\Delta L/L$ que le fil peut tolérer sans rupture pour un nombre donné T de tractions, sont reliées linéairement, en première approximation, suivant une expression

$$\frac{F}{S} = K_T - E_T\frac{\Delta L}{L}, \tag{a}$$

($K_T$ et $E_T$, constantes pratiquement notées en grammes par millimètre carré).

Si plusieurs fils d'une même matière subissent des extensions relatives différentes, en même temps que chacun d'eux supporte une charge répondant à l'expression (*a*), les premières différences d'allongement dues aux charges statiques s'atténuent rapidement ; puis les fils s'allongent avec une même vitesse et se rompent successivement plus ou moins tôt après avoir toléré sans rupture un certain nombre choisi de tractions T, assez grand pour que déjà l'accommodation du fil à la rigueur de l'épreuve soit manifeste.

Les différences d'extension relative sont alors compensées par des valeurs appropriées des charges.

On peut interpréter sommairement ce résultat en admettant :

1° que si deux fils A et A′, d'une même matière, se rompent après un même nombre T d'extensions, ils ont supporté l'un et l'autre à la fin de chaque extension d'un même rang, des tensions totales égales.

Si $\Delta F/S$ et $\Delta F'/S'$ sont les surtensions résultant pour chaque fil de l'extension

---

(3) *Recueil des travaux de l'Institut de Recherches sur la structure de la matière*, Belgrade, 4, 1953.

(1) *L'extenseur à répétition.* — Établi en collaboration avec M. Maurice Leblanc (*L'Industrie textile*, 66e année, n° 748, 1949, p. 77 à 80). Sur cet instrument, les allongements par déformation permanente sont absorbés à chaque cycle, et le fil est repris sous une même longueur L invariable pour une nouvelle extension ΔL (brevet n° 942.627 du 4 mars 1947).

relative $\Delta L/L$, on peut écrire, au cycle de rang $i$ :

$$\left(\frac{F + \Delta F}{S}\right)_i + \left(\frac{F' + \Delta F'}{S'}\right)_i = K_i$$

Cette constante $K_i$ étant valable pour tous les fils qui présentent une tolérance T.

2° que $\Delta L/L$ est assez petit pour que, dans l'intervalle $\Delta L$, on puisse appliquer la loi de Hooke d'où se déduit la valeur de la surcharge

$$(\Delta F)_i = \left(\frac{\Delta L}{L}\right)(E_i S_i + F)$$

($E_i$, module de Young instantané, $S_i$, section du fil modifiés simultanément par accommodation au cycle $i$, selon l'évolution très lente des caractères plastiques et visqueux du fil).

On peut alors écrire :

$$(b) \qquad K_i = \frac{F}{S_i} + \frac{\Delta L}{L}\left(E_i + \frac{F}{S_i}\right), \qquad \text{d'où :} \qquad \frac{F}{S_i} = \frac{K_i - E_i \dfrac{\Delta L}{L}}{1 + \dfrac{\Delta L}{L}}.$$

Le dénominateur $1 + \Delta L/L$, est très voisin de l'unité ($\Delta L/L$ varie pratiquement entre 0,003 et 0,020 dans le cas des textiles). Ainsi, entre ces limites, l'expression ($b$) est très sensiblement linéaire comme l'expression ($a$) obtenue expérimentalement. En écrivant cette dernière sous la forme théorique ($b$) soit :

$$(a') \qquad \frac{F}{S} = \frac{K_T - E_T \dfrac{\Delta L}{L}}{1 + \dfrac{\Delta L}{L}},$$

elle demeure valable pour transcrire les résultats de mesures dont la précision insuffisante ne permet pas de distinguer la branche d'hyperbole très tendue ($a'$), de la droite ($a$), elle exprime mieux aussi sans doute la réalité physique et mécanique des faits.

La similitude des expressions ($a'$) et ($b$) incite à dénommer les constantes, $K_T$ : *sévérité résultante* de l'épreuve de fatigue, et, $E_T$ : *module résultant instrumental* de réaction à la fatigue, pour une tolérance T.

En effet, $K_T$ et $E_T$ peuvent varier avec le rythme des tractions et avec l'inertie des mécanismes qui remettent le fil, avant le début de chaque extension, sous la charge statique F.

On ne saurait dire, sans une longue étude, si $K_T$ et $E_T$ peuvent être considérées comme une moyenne des T valeurs $K_i$ et $E_i$ prises de cycle en cycle, ou bien comme une limite de celles-ci, ou comme tout autre valeur particulière.

Pour une machine déterminée, ces constantes dépendent des propriétés élastiques de la substance textile. Quand certains traitements mécaniques ou

chimiques modifient la tolérance T du fil, la compensation première n'est plus valable et cette variation s'apprécie d'une façon sensible.

Par ailleurs, quand un groupe de fils de section S connue doit subir une épreuve de la sévérité requise $K_T$, tous les fils supportant des charges statiques égales, l'expression $(a')$ permet de calculer l'un des éléments de base F ou $\Delta L/L$, l'autre étant imposé ou choisi.

Pratiquement, des graphiques peuvent être établis.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Sur la variation de la perméabilité magnétique d'un acier doux soumis à un effort périodique*. Note de MM. **Georges Vidal** et **Pierre Lanusse**, présentée par M. Pierre Chevenard.

André Langevin [1] indique que, dans les aciers, la variation de la perméabilité magnétique $\mu$, en fonction de la contrainte $\sigma$ de traction exercée, présente l'allure schématisée à la figure 1 : à un accroissement linéaire et réversible succéderait, après une première anomalie $\alpha$, un palier réversible et, après une deuxième anomalie $\beta$, une diminution irréversible.

Après avoir récemment indiqué [2] que cette allure de variation est, dans le cas de l'acier doux recuit, spécifique de la traction et des champs inducteurs inférieurs au début de la saturation, il nous a semblé intéressant de tenter de détecter, au moyen d'un montage simple, les anomalies $\alpha$ et $\beta$ durant une sollicitation aux efforts périodiques.

Une éprouvette en acier à 0,12 % de carbone recuit comporte une fente longitudinale qui divise l'éprouvette en deux branches, sur lesquelles sont respectivement disposés un enroulement primaire P de 100 spires et un enroulement secondaire S de 10 spires (*fig.* 2). L'enroulement primaire P est parcouru par un courant continu réglable, qui crée un flux $\varphi$ fermé dans l'éprouvette. Aux pertes près et en négligeant les variations élastiques de longueur et de section, l'équation des circuits magnétiques indique qu'à une variation $\Delta\mu$ de la perméabilité correspond une variation proportionnelle $\Delta\varphi$ du flux. En sollicitant l'éprouvette par une contrainte périodique et sinusoïdale $\sigma$, on induit donc dans l'enroulement secondaire S une f. é. m. $e$ qui est égale à

$$e = -A\frac{d\varphi}{dt} = -B\frac{d\mu}{dt} = -B\frac{d\mu}{d\sigma}\frac{d\sigma}{dt} = -C\frac{d\mu}{d\sigma}\cos\omega t \qquad (\text{A, B, C, et } \omega \text{ constantes}).$$

En examinant sur un oscillographe cathodique la variation de $e$, en fonction du temps $t$, celle-ci affectera différentes formes selon la valeur de la contrainte.

On peut, en particulier faire agir une contrainte alternée d'amplitude

(1) *J. Phys. Rad.*, **12**, 1951, p. 476-481.

(2) *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 902.

constante $\pm \sigma$ autour d'un point, représentant une contrainte moyenne fixe $\Sigma$, que l'on peut progressivement déplacer le long de l'axe des efforts.

Dans la zone $O\alpha$, où $d\mu/d\sigma$ est constant et positif, la variation de $e$ devrait être sinusoïdale; dans la zone $\alpha\beta$ où $d\mu/d\sigma$ est nul, la variation de $e$ devrait être nulle; dans la zone $\beta\gamma$ où $d\mu/d\sigma$ est variable et négatif la variation de $e$ serait à nouveau très approximativement sinusoïdale, mais avec changement de signe.

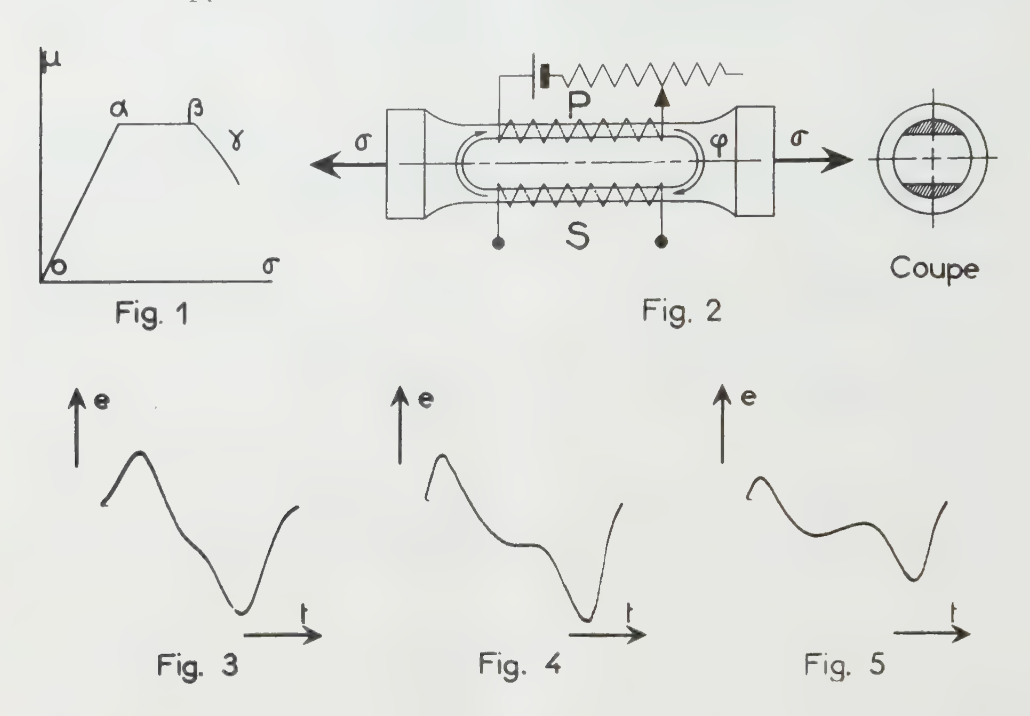


Fig. 1 Fig. 2

Fig. 3 Fig. 4 Fig. 5

Les essais effectués, au moyen d'un pulsateur Schenck à 35 Hz de fréquence, donnent les résultats suivants :

1° Si, pour une faible valeur donnée de la contrainte alternée ($\sigma \pm 2$ kg/mm²), on fait varier lentement la contrainte moyenne $\Sigma$ de 10 kg/mm² en compression à 10 kg/mm² en traction, on constate une variation sinusoïdale de $e$; cette tension s'annule lorsque l'effort varie dans le palier $\alpha\beta$; la valeur de $e$ se manifeste à nouveau, en s'inversant, au delà du point $\beta$.

2° Si, pour une forte valeur donnée de la contrainte alternée $\sigma(\pm 7$ kg/mm²) on fait varier lentement la contrainte moyenne $\Sigma$ de 5 kg/mm² en compression à 5 kg/mm² en traction, on constate une variation sinusoïdale déformée de $e$ dans la zone de compression (*fig.* 3), l'apparition d'un palier lorsque la contrainte maximum en traction dépasse le point $\alpha$ (*fig.* 4) et l'existence d'une remontée après ce palier, lorsque cette même contrainte dépasse le point $\beta$ (*fig.* 5). Le palier et la remontée après ce palier se raccordent à la courbe sans discontinuité.

3° Les contraintes maxima de traction, à partir desquelles apparaissent

respectivement le palier détectant α et la remontée détectant β sont fonction de la valeur du courant continu qui traverse l'enroulement primaire.

L'ensemble de ces divers résultats confirme, en sollicitation d'efforts périodiques, l'existence d'un maximum réversible de la perméabilité magnétique de l'acier doux en traction ([1]), ([2]) et l'absence d'une singularité semblable en compression ([2]). En définitive, pour cet acier et dans nos conditions d'essai, les anomalies α et β définies par A. Langevin sont peu accusées, inexistantes en compression pour toutes les valeurs du champ inducteur, inexistantes en traction pour les champs inducteurs élevés et, lorsqu'elles existent, sensiblement fonction du champ inducteur.

ASTROPHYSIQUE. — *Observation de* AE Aquarii. Note de MM. **François Lenouvel** et **Marcel Golay** ([1]), présentée par M. André Danjon.

En août 1953, nous avons consacré 12 nuits à l'observation photoélectrique continue de AE *Aqr*. Les mesures représentent une durée totale d'observation de 48 h, elles ont été faites au télescope de 120 cm de l'Observatoire de Haute-Provence. Les filtres colorés utilisés sont les verres de Schott, BG 12 (bleu) OG 4 A (jaune) et UG 1 (ultra violet).

Les résultats confirment en tous points ceux qui sont exposés dans une Note précédente ([2]) : les explosions se superposent à une lente oscillation de l'éclat moyen de la variable, elles apparaissent principalement au voisinage des maxima moyens. L'explosion la plus remarquable s'est produite le 18 août vers 23 h 50 m T.U. : la variation d'éclat atteint alors une magnitude en 4 m (*fig.* 1).

Pendant la nuit du 17 août, nous avons obtenu deux spectres de cette variable, le premier sur plaque Eastman 103 *a*O (région bleue et violette) et le second sur plaque 103 *a*C (région visible). Ces deux clichés montrent un spectre continu faible qui ne s'étend pas, vers le violet, au delà de Hγ. Les raies Hα, Hβ, Hγ, Hδ et Hε se détachent, en émission, sur le fond continu.

Les résultats photométriques et spectroscopiques nous conduisent à penser que les raies d'émission de l'hydrogène sont à l'origine des explosions. En effet, l'amplitude de celles-ci est toujours plus petite dans les observations à travers le filtre jaune qui ne transmet que les radiations de longueurs d'onde supérieures à 4 900 Å. Les faibles variations enregistrées correspondent à celles du spectre continu car la sensibilité du photomultiplicateur à couche Sb-Cs est très réduite pour la raie Hα. Les explosions observées à travers le filtre bleu sont beaucoup plus fortes ; ce filtre est transparent de 3 500 à 5 000 Å. Dans ce cas une partie importante de la réponse photoélectrique est due aux raies d'émission puisque le spectre continu est faible.

---

([1]) Avec la collaboration technique de M. J. Daguillon.

([2]) *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 1282.

Pour vérifier ce fait, nous avons photographié AE *Aqr* en isolant approximativement la raie H$\alpha$ (plaque 103 *a*E associée au filtre Ilford 608). 15 clichés ont été pris les 18 et 19 août au télescope de 80 cm relié par interphone à la

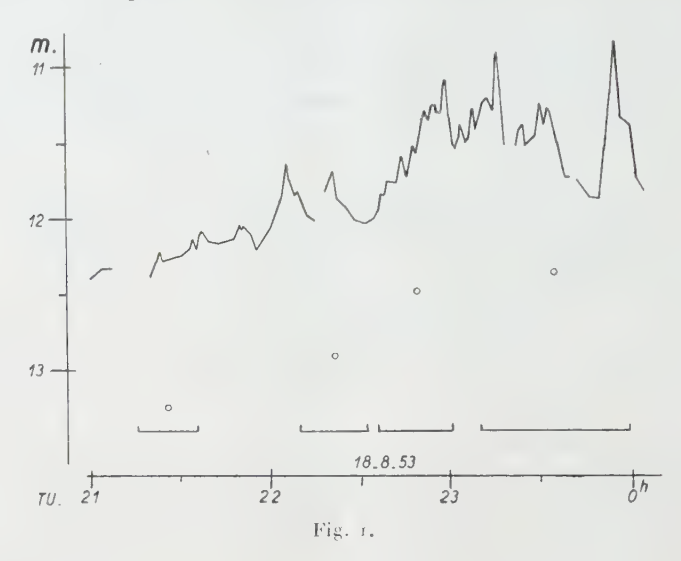



Fig. 1.

coupole du télescope de 120 cm qui porte notre photomètre photoélectrique. Les clichés sont obtenus tantôt dans des phases calmes, tantôt au moment des explosions. Les instants de début et de fin de pose sont notés sur l'enregis-

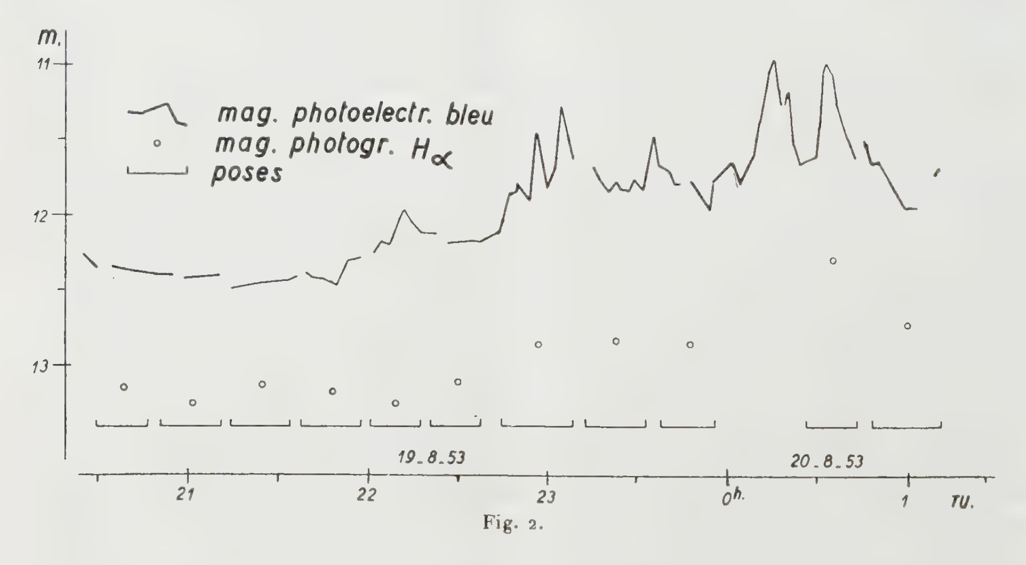



Fig. 2.

trement photoélectrique, ils sont reportés sur les figures 1 et 2. Les magnitudes monochromatiques sont déduites des mesures au microphotomètre Lallemand ([3]), elles sont indiquées sur les figures 1 et 2 à une constante près.

([3]) *Revue d'optique*, 15, 1936, p. 109.

La durée du temps de pose, qui est toujours plus grande que celle d'une explosion, tend à estomper les variations de magnitude; néanmoins, les figures 1 et 2 montrent une corrélation entre les magnitudes mesurées en H$\alpha$ et en bleu.

Ainsi il paraît établi que les raies d'émission de l'hydrogène jouent un rôle important dans les explosions de AE *Aquarii*.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur les relations entre la bande passante d'un circuit et la durée d'établissement d'un signal.* Note de M. **Paul Poincelot**, présentée par M. Louis de Broglie.

Au cours de sa dixième assemblée générale, tenue en 1952 à Sydney, l'Union Internationale de Radioélectricité Scientifique (U. R. S. I.) a recommandé, parmi les sujets dont l'étude devrait être approfondie : « Connaissance plus précise de la relation existant entre la largeur de bande d'un circuit et sa constante de temps ([1]) ». Je rappelle à ce propos, plusieurs Notes de MM. Maurice Cotte ([2]) et Serge Colombo ([3]). Il convient d'abord de préciser les deux notions envisagées. On peut assimiler la constante de temps d'un circuit au temps d'établissement d'un signal, défini par le comité consultatif international des radiocommunications (C. C. I. R., 5e réunion, Stockholm, 1948, avis émis par le comité, etc... , p. 11, Note I) : Temps d'établissement du signal : temps pendant lequel le courant télégraphique passe du 1/10 aux 9/10 (ou vice versa), de la valeur qu'il atteint en régime permanent. Quant à la bande passante, il est convenable de la définir, soit par l'écart entre les fréquences affaiblies de 3 décibels (par exemple), par rapport à la fréquence d'accord, soit par la bande dite énergétique, que l'on peut fixer ainsi :

$$\frac{\int_{f_1}^{f_2} e^{-2\alpha}\,df}{\int_0^{\infty} e^{-2\alpha}\,df} = 0.01$$

où $\alpha(f)$ est l'affaiblissement en fonction de la fréquence. La largeur de bande énergétique est alors $\Delta f_p = f_2 - f_1$.

Je vais montrer par des exemples simples qu'il ne saurait exister de relation univoque entre les deux quantités ci-dessus. Je considère d'abord le cas d'une chaîne de cellules passe-bas adaptées ([4]). Des calculs numériques faciles con-

---

([1]) Blanc-Lapierre, *Onde électrique*, mars 1953, p. 187.

([2]) *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 117.

([3]) *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 427 et 455.

([4]) P. Poincelot, *Les régimes transitoires dans les réseaux électriques*, Gauthier-Villars, 1953; *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 1492.

duisent aux relations suivantes entre la durée d'établissement $\theta$, et les bandes passantes $\Delta f$ (définie à 3 *db*) et $\Delta f_p$ (bande énergétique) :

$$\text{pour 1 cellule } \theta = \frac{0,5}{\Delta f} = \frac{0,6}{\Delta f_p}$$

$$\text{pour 10 cellules } \theta = \frac{0,8}{\Delta f} = \frac{0,8}{\Delta f_p}.$$

Un autre exemple traité dans l'Ouvrage précité ([5]) consiste dans la comparaison, du point de vue des régimes transitoires, entre deux étages d'amplification, l'un à circuit antirésonnant, l'autre à transformateur à moyenne fréquence au couplage critique.

On trouve qu'à largeur de bande égale (à 3 *db*), la constante de temps du deuxième circuit est les 3/4 de celle du premier. En ce qui concerne la bande énergétique, l'écart est encore plus grand. Je conclus que la seule connaissance de la largeur de bande d'un circuit ne permet pas de fixer *a priori* sa constante de temps.

CALORIMÉTRIE. — *Sur la calorimétrie directe des isolants, et spécialement des liquides.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Gustave Ribaud.

Si la calorimétrie des corps même conducteurs est plus délicate qu'on ne pense, les difficultés s'aggravent avec les isolants dont la température risque d'être mal définie pendant la mesure. Il est donc très séduisant de déterminer leur chaleur spécifique indirectement au cours d'une expérience thermocinétique, et nous avons nous-même décrit ([1]), sous le nom de *méthode du signal*, une mesure simultanée de la chaleur spécifique voluminique $c\rho$ et de la conductibilité $\lambda$, le phénomène accessoire de mouvement de chaleur restant simple comme étant rigoureusement à une seule dimension, et les pertes étant nulles. Outre que la mesure n'est qu'indirecte, la précision est encore diminuée par le fait que la théorie suppose expressément une indépendance de $c\rho$ et de $\lambda$, relativement à la température, qui n'existe pas. Nous exposons par la présente Note les principes d'une méthode directe correcte (applicable même aux liquides), en indiquant ensuite brièvement comment satisfaire pratiquement à leurs exigences.

Schématisons le dispositif en un mur sans déperdition, d'épaisseur $l$, recevant sur une de ses faces, une densité de flux de chaleur constante. La première règle est de rendre très courte la constante de temps $\tau$ de l'uniformisation de la température. Au bout de quelques minutes les termes transitoires,

---

([5]) Ouvrage précédent, p. 72-78.

([1]) *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 563; *Publ. Scient. Tech. Min. Air.*, n° **224**, § 3, 51; *Mémorial de l'Art. Franç.*, 1953, 1er fascicule, p. 171.

très compliqués, seront donc évanouis, et nous n'aurons à faire la théorie que de termes « séculaires ». Pour ne pas alourdir, supposons que $c\rho$ soit seul variable (c'est, ici, la caractéristique physique essentielle, et le principe du calcul n'est pas changé). Prenons donc l'équation de la chaleur sous la forme

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = (A + BT)\frac{\partial T}{\partial t}, \tag{1}$$

et cherchons une solution

$$T = f(x) + \varphi(x)t - \psi(x)t^2 + \ldots, \tag{2}$$

$\varphi$ se réduisant à une constante et les fonctions $\psi$ et suivantes étant nulles, si B est nul. Donnons-nous les fonctions inconnues, dont l'allure est absolument neutre, sous forme de développements entiers :

$$\left.\begin{matrix} f \\ \varphi \\ \psi \end{matrix}\right\} = \left\{\begin{matrix} a_0 \\ b_0 \\ c_0 \end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \end{matrix}\right\} x + \left\{\begin{matrix} a_2 \\ b_2 \\ c_2 \end{matrix}\right\} x^2 + \ldots.$$

Nous considérons B comme infiniment petit par rapport à A. La température de la face chauffée, au moment (postérieur de quelques minutes au commencement réel de l'expérience) pris pour instant initial, donne $a_0$ ; $b_0$ est fini ; $c_0$ et les autres $b_i$ et $c_i$ sont infiniment petits avec B. $(\partial T/\partial x)_0 = H$ est par hypothèse une donnée indépendante du temps. Donc $a_1 = H$, et $b_1$ et $c_1$ sont nuls. Il faudrait écrire enfin la nullité de $f'(l)$, $\varphi'(l)$, $\psi'(l)$, ..., puisqu'il n'y a pas de déperdition de chaleur. Dans ces conditions, la solution (2) se formule, si l'on ne dépasse pas les infiniments petits du premier ordre en B :

$$\begin{aligned} T = {} & a_0 - Hx + \frac{H}{2l}x^2 + \frac{H}{lA}t \\ & + \frac{B}{A}\left[\frac{H}{2l}\left(a_0 + \frac{Hl}{3}\right)x^2 - \frac{H^2}{6Al}x^3 + \frac{H^2}{Al^2}x^4 + \frac{H}{lA}\left(a_0 - \frac{Hl}{3}\right)t - \frac{H^2}{2Al^2}t^2\right]. \end{aligned}$$

On voit que $\partial T/\partial t$ ne dépend pas de $x$. Il en résulte par l'équation (1) que le quotient de la chaleur fournie par seconde, par le taux de variation de la température en un point quelconque, donne la capacité calorique de la masse d'isolant, rapportée à la température moyenne instantanée $T_\xi$. Il suffit donc de mesurer la température de l'isolant à une certaine abscisse $\xi$ (égale à $0{,}423\,l$, sans que ce réglage soit rigoureux). Si l'isolant est liquide, et c'est le problème que nous avons spécialement en vue, la convection que l'on rend faible et donc mieux définie en rendant horizontales les lignes de chaleur, ne peut qu'améliorer la connaissance de la température moyenne.

Le calorimètre a été réalisé par nous sous la forme d'un obus de cuivre massif étamé (dont la capacité calorique s'ajoute simplement à celle du liquide), comportant un fin fil chauffant de résistance connue, parcouru par un courant connu, disposé, selon notre technique, au fond d'une rainure hélicoïdale

faisant le tour de l'obus, et muni à son intérieur d'ailettes très massives venues de fonderie qui rendent faible l'épaisseur du liquide. Le métal étant isotherme, chaque couche de liquide constitue à peu près deux murs accolés dont l'épaisseur $l$ est la moitié de celle de la couche. L'obus est porté par trois fines pattes isolantes, et coiffé, sans contact, par un vase de Dewar renversé : l'isolement est quasi parfait. Le chauffage est continu et la mesure de $c\rho$ se fait « au vol ». $l$ ne valant que quelques millimètres, la constante de temps est très courte. On montre que la capacité calorique de l'enveloppe, si grande qu'elle soit, ne peut que la quadrupler, et l'on n'atteint encore ainsi que la minute, de sorte qu'il est très largement correct de négliger les termes transitoires qui apportent d'ordinaire d'immenses difficultés.

PHYSIQUE DES RAYONS X. — *Sur la répartition en profondeur de l'émission X d'une anticathode.* Note de MM. **Raymond Castaing** et **Jacques Descamps**, présentée par M. Maurice Roy.

On sait que l'émission X caractéristique d'une anticathode bombardée par des électrons de tension accélératrice donnée se limite aux couches immédiatement voisines de sa surface; on ne possède cependant aucune donnée expérimentale précise sur sa loi de répartition en profondeur. Nous décrivons ici une méthode de détermination de cette loi, et proposons une interprétation des résultats obtenus.

Considérons une anticathode plane de cuivre, de masse spécifique $\rho$, recevant normalement à sa surface un faisceau d'électrons de tension accélératrice V, et au sein de l'anticathode une tranche d'épaisseur $dz$, située à la profondeur $z$. Soit $d\mathrm{I}$ la participation de cette couche à l'intensité totale I émise par l'anticathode dans la raie $\mathrm{CuK}\alpha_1$. Nous mesurerons les épaisseurs en masses par unité de surface et écrirons $d\mathrm{I} = \varphi_{\mathrm{Cu}}(\rho z)d(\rho z)$.

La variation de $\varphi_{\mathrm{Cu}}$ avec $\rho z$ représente la loi de répartition en profondeur de l'émission $\mathrm{CuK}\alpha_1$ de l'anticathode; nous nous proposons de la déterminer expérimentalement. Nous mesurerons $d\mathrm{I}$ en prenant pour unité l'intensité qu'enregistrerait l'appareil de mesure dans la raie $\mathrm{CuK}\alpha_1$ si la couche $dz$ était isolée et soumise à l'impact normal du même faisceau électronique. Il s'agit donc de séparer de l'émission totale de l'anticathode celle d'une couche déterminée : on peut y arriver par un artifice consistant à remplacer la couche $dz$ de cuivre par une mince couche de zinc placée à des profondeurs variables dans l'anticathode. On procèdera ainsi : Un bloc de cuivre soigneusement poli est recouvert par vaporisation sous vide d'une couche de zinc de 0,03 mg/cm² d'épaisseur environ ; on recueille simultanément sur un mince film de collodion une couche de zinc identique qui pourra par la suite être considérée comme isolée. Puis, sur diverses régions de la surface du bloc (*fig.* 1) on dépose des couches de cuivre d'épaisseurs croissantes.

On mesure alors (au moyen d'un spectrographe à quartz courbé et

compteur) l'intensité émise dans la raie $\mathrm{Zn\,K\alpha_1}$ lorsque les diverses portions de la surface, qui correspondent à diverses valeurs de la profondeur $z$, sont amenées successivement sous l'impact d'une sonde électronique d'intensité et de tension accélératrice constantes (le faisceau est en fait incliné de 10° sur la normale à la surface, ce qui n'entraîne qu'une erreur négligeable); on prend comme unité l'intensité émise par la couche de zinc déposée sur collodion; on obtient ainsi la courbe de variation de la fonction $\varphi_{\mathrm{Cu}}$. La mince couche de zinc se comporte en effet très sensiblement, au point de vue de diffusion des électrons, comme une couche de cuivre de même masse superficielle; le seuil d'excitation K du zinc est un peu plus élevé que celui du cuivre, mais la diffé-

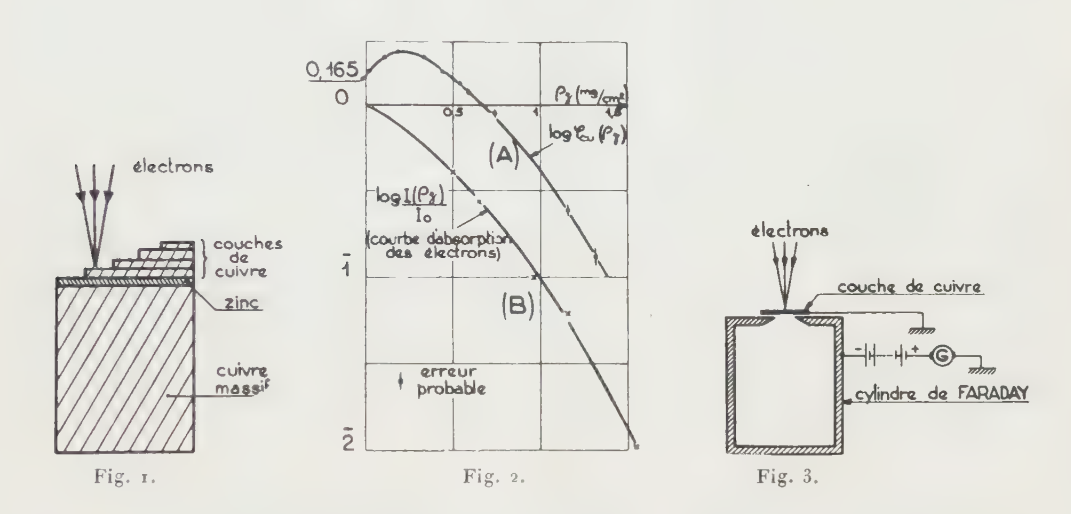



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

rence est très faible devant la tension accélératrice du faisceau incident et nous négligerons pour le moment cette cause d'erreur. Chaque mesure d'intensité doit être corrigée de l'absorption subie par le rayonnement $\mathrm{Zn\,K\alpha_1}$ dans la couche de cuivre superficielle; pour tenir compte de l'épaisseur finie de la couche de zinc, on décalera la courbe parallèlement à l'axe des $z$ d'une quantité égale à la moitié de la masse superficielle de cette couche. La figure 2 représente la courbe obtenue (courbe A) pour une tension accélératrice de 29 kV, déterminée par diffraction électronique. L'observation de cette courbe suggère plusieurs remarques :

1° $\varphi_{\mathrm{Cu}}(0)$ est supérieur à 1 : la couche de zinc voit son émission renforcée du fait qu'elle est posée sur un bloc de cuivre. Cela tient principalement au fait que certains électrons viennent retraverser la couche en sens inverse après une diffusion en retour sur le bloc de cuivre sous-jacent.

2° La fonction $\varphi_{\mathrm{Cu}}$ croît au début : le fait de recouvrir une couche de zinc d'une mince couche de cuivre *renforce donc son émission* bien que le cuivre absorbe partiellement les électrons du faisceau. On ne saurait en chercher la cause dans une variation de la fonction d'ionisation avec l'énergie des électrons;

cette fonction se trouve en effet, pour $V/V_K = 3$, au voisinage de son maximum ([1]) et le ralentissement des électrons est très faible [de l'ordre de 1 kV pour 0,2 mg/cm² de cuivre ([2])]. Ce renforcement est par contre en excellent accord avec la théorie élémentaire développée antérieurement par l'un de nous ([3]) : les électrons à la sortie de la couche de cuivre ont des directions plus inclinées en moyenne sur la normale à la couche, d'où un parcours plus grand dans le zinc et un plus grand nombre d'ionisations. L'effet de cette diffusion progressive se fait sentir jusqu'à une profondeur correspondant à un régime de diffusion complète, à partir de laquelle l'angle d'incidence moyen des électrons devient constant.

3° Nous avons étudié l'absorption des électrons de 29 kV dans des couches de cuivre avec un dispositif analogue à celui de Terrill ([4]) (*fig.* 3), en élevant la polarisation négative du cylindre de Faraday jusqu'à une valeur (400 V environ) où elle n'a plus qu'une faible influence sur la forme de la courbe d'absorption, et où l'on peut supposer que tous les électrons secondaires sont repoussés. La courbe obtenue (*fig.* 2, courbe B) montre que $\varphi_{Cu}(\rho z)$, une fois atteint le régime de diffusion totale, décroît à peu près comme le nombre d'électrons du faisceau atteignant la couche. Nous vérifions ainsi ([3]) que la variation de l'émission X avec la profondeur est principalement gouvernée par la diffusion progressive et l'absorption des électrons dans l'anticathode, leur ralentissement ne jouant qu'un rôle tout à fait secondaire tant que le taux d'excitation $V/V_K$ est au moins égal à 3.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Les moments d'inertie des noyaux légers.* Note (*) de M. **Félix Joachim Wiśniewski**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans deux Notes antérieures ([1]) nous avons montré que les niveaux énergétiques des noyaux légers de He, Li, Be, B, C, sont des niveaux de rotation et nous avons calculé leurs moments d'inertie J. Nous nous occupons dans cette Note de ces moments d'inertie. Dans ce but nous avons calculé les valeurs numériques de $J.10^{26}:m$, où $m$ est la masse d'un nucléon. Les valeurs obtenues sont réunies dans le tableau I avec les valeurs de K correspondantes.

Dans le tableau II les valeurs numériques de $J.10^{26}:m$ sont groupées en quatre séries.

---

([1]) A. H. Compton et S. K. Allison, X-*Rays in theory and experiment*, p. 79.
([2]) E. J. Williams, *Proc. Roy. Soc. Lond.*, A **130**, 1931, p. 310.
([3]) R. Castaing, *Thèse de Doctorat*, *Publication O. N. E. R. A.*, n° 55.
([4]) *Phys. Rev.*, **24**, 1924, p. 616.

(*) Séance du 2 novembre 1953.
([1]) *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 364; **236**, 1953, p. 1483.

Tableau I.

| | $He_5$. | $Li_5$. | $Li_7$. | $Be'_8$ | $Be''_8$. | $Be_9$. | $Be_{10}$. | $B'_{10}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K....... | 0,4 | 0,4 | 0,24 | 0,245 | 0,34 | 0,125 | 0,168 | 0,1197 |
| $J.10^{26}:m$. | 51,2 | 51,2 | 84,8 | 83 | 60 | 164 | 121,7 | 170 |

| | $B''_{10}$. | $B_{11}$. | $C_{11}$. | $C'_{12}$. | $C''_{12}$. | $B_{12}$. | $C''_{13}$. | $N_{14}$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K....... | 0,171 | 0,106 | 0,095 | 0,0718 | 0,1 | 0,08 | 0,133 | 0,192 |
| $J.10^{26}:m$. | 119 | 188 | 214 | 285 | 203 | 256 | 126 | 107 |

Tableau II.

*Série I.*

| | $He_5$. | $Li_5$. |
|---|---|---|
| $J.10^{26}:m$.............. | 4.4.3,2 | 4.4,3,2 |

*Série II.*

| | $Li_7$. | $Be'_8$. | $Be_9$. | $B'_{10}$. |
|---|---|---|---|---|
| $J.10^{26}:m$.... | 6. 6.2,35 | 5. 7.2,35 | 8. 8.2,55 | 8. 9.2,36 |

| | $B_{11}$. | $C_{11}$. | $B_{12}$. | $C'_{12}$. |
|---|---|---|---|---|
| $J.10^{26}:m$.... | 8.10.2,35 | 9.10.2,37 | 10.11.2,33 | 11.11.2.35 |

*Série III.*

| | $Be''_8$. | $Be_{10}$. | $B''_{10}$. | $C''_{12}$. |
|---|---|---|---|---|
| $J.10^{26}:m$.... | 5.7.1,71 | 8.9.1,69 | 8.9.1,69 | 11.11.1,677 |

*Série IV.*

| | $C''_{13}$. | $N_{14}$. |
|---|---|---|
| $J.10^{26}:m$.............. | 9.12.1,170 | 7.13.1,177 |

Il est à remarquer que dans chaque série chaque valeur de $J.10^{26}:m$ se décompose en produit de trois facteurs dont l'un est un nombre commun à tous les noyaux de la même série et les deux autres sont des nombres entiers dont l'un est égal au nombre $n$ de nucléons constitutifs du noyau moins un, c'est-à-dire $n-1$, et l'autre est inférieur ou au plus égal à $n-1$.

On déduit de ce tableau II que le moment d'inertie d'un noyau léger est donné par l'expression suivante :

$$J = \Lambda(n-1)\,rm.10^{-26}, \tag{1}$$

où $r \leqq n-1$ et où $\Lambda$ prend les valeurs numériques : 3,2, 2,36, 1,69 et 1,173 selon la série à laquelle appartient le noyau.

Il est facile de prouver que les nombres 3,2, 2,36, 1,69 et 1,173 sont construits suivant une certaine loi car on a approximativement le rapport

$$3,2 : 2,36 : 1,69 : 1,173 = (14)^4 : (13)^4 : (12)^4 : (11)^4.$$

De ce fait on peut poser

$$\Lambda \approx 8,1.10^{-5} k^4,$$

où $k$ prend les valeurs numériques suivantes : 14, 13, 12, 11. En tenant compte de ce fait on peut donner à J la forme approchée suivante :

$$J \approx 1,3446.10^{-54}(n-1)\,rk^4,$$

où

$$r \leqq n-1 \quad \text{et} \quad k = 14,\ 13,\ 12,\ 11.$$

*Tentative d'interprétation.* — Essayons de chercher une interprétation de la formule (1). Considérons d'abord le cas $r = n-1$ qui ne pose pas la question de savoir auquel des deux nombres $r$ ou $n-1$, égaux dans ce cas, on doit donner la signification exigée par le modèle. Les moments d'inertie des noyaux autour de l'axe de rotation sont les mêmes que les moments d'inertie par rapport à l'axe de symétrie d'un anneau circulaire formé de $n-1$ nucléons. Le rayon de l'anneau est alors donné par l'expression

$$R = \sqrt{A}\sqrt{n-1}.10^{-13}, \tag{2}$$

où A est égal à l'une des valeurs numériques suivantes

3,2; 2,36; 1,69; 1,173.

Le nucléon restant doit occuper le centre de l'anneau. Si l'on extrapole l'expression de R donnée par (2) au cas où $r \leqq n-1$ on doit interpréter le nombre $r$ comme nombre de nucléons qui constituent l'anneau. Le nombre $n-r$ de nucléons restants doit être disposé sur l'axe de symétrie de l'anneau circulaire plan. La distribution sur cet axe de symétrie doit être symétrique par rapport au plan de l'anneau.

Ce modèle annulaire aura les mêmes moments d'inertie que les noyaux légers.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Résonance nucléaire quadrupolaire de* $B(CH_3)_3$. Note (*) de M. **André Bassompierre**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous supposons [1] ici que le bore, possédant trois liaisons planes équivalentes B — C (distance BC : $\rho = 1,56$ Å) est dans un état d'hybridation trigonale ($sp^2$). Cette hypothèse conduit à un gradient de champ électrique, au voisinage du noyau de bore, de symétrie cylindrique autour d'un axe perpendiculaire au plan des trois liaisons B — C. Le bore est aussi couplé aux hydrogènes par hyperconjugaison; mais la contribution au gradient de ces derniers électrons peut être négligée en raison de leur éloignement du noyau. Cette observation est confirmée par le fait que les fréquences de résonance de $B(CH_3)_3$ et $B(C_2H_5)_3$ sont très voisines ($\Delta\nu/\nu = 0,02$) malgré des hyperconjugaisons

(*) Séance du 9 novembre 1953.

[1] H. A. Levy et L. O. Brockway, *J. A. C. S.*, 59, 1937, p. 2085.

différentes. Le gradient total $q$ est ainsi égal à $(3/2)(\partial^2 V/\partial z^2)_B$, où V est le potentiel créé par les deux électrons d'une liaison B — C, $Oz$ étant dirigé suivant l'axe BC.

Nous décrirons la liaison par une fonction d'onde de Heitler-London contenant un terme ionique :

$$\psi = B_1 C_2 + B_2 C_1 + (0,315)\, C_1 C_2,$$

B et C sont les hybrides trigonales et tétrahédrales du bore et du carbone donnant le maximum d'empiétement, soit

$$B = (0,391)\, r\, e^{-(1,322)r} - (0,629)\, e^{-(4,20)r} + (0,727)\, r \cos\theta\, e^{-(1,20)r}$$
$$C = (0,600)\, r\, e^{-1,602\, r} - (0,785)\, e^{-5,13\, r} + (1,486)\, r \cos\theta\, e^{-(1,56)r}$$

(les axes $Oz$ partant de B et C sont pris de sens opposés).

Le choix de ces orbites conduit à un empiétement $\langle B | c \rangle$ particulièrement élevé : 0,70; d'où $\langle \psi | \psi \rangle = 3,96$.

A partir des fonctions d'onde précédentes, on obtient

$$\frac{\partial^2 v}{\partial z^2} = (0,40)\, e \left\langle B \left| \frac{3\cos^2\theta - 1}{r^3} \right| B \right\rangle + (0,82)\, e \left\langle B \left| \frac{3\cos^2\theta - 1}{r^3} \right| c \right\rangle.$$

Nous conserverons pour le premier terme la valeur que nous avons calculée dans une Note précédente ([2])

$$\left\langle B \left| \frac{3\cos^2\theta - 1}{r^3} \right| B \right\rangle = 0,293 \text{ (unités atomiques)}.$$

Pour évaluer le terme d'interférence $\langle B | (3\cos^2\theta - 1)/r^3 | c \rangle$ nous développons $c$ en série d'harmoniques sphériques, autour du noyau de B, utilisant les développements donnés par Coulson ([3]), tels que

$$e^{-\beta r_b} = \sum \frac{2n+1}{(r_a \rho)^{\frac{1}{2}}} \rho_n(\cos\theta_b) \left[ \rho\, I_{n+\frac{1}{2}}(\beta r_a)\, K_{n-\frac{1}{2}}(\beta\rho) - r_a\, I_{n+\frac{3}{2}}(\beta r_a)\, K_{n+\frac{1}{2}}(\beta\rho) \right],$$

où $I_m$ et $K_m$ sont les fonctions de Bessel de première et deuxième espèce d'argument imaginaire. Nous avons ainsi obtenu, par intégration mécanique, la partie principale du terme d'interférence

$$\frac{1}{2} \left\langle (2s)_B \left| \frac{3\cos^2\theta - 1}{r^3} \right| (2p)_C \right\rangle = 0,164.$$

On remarque que, dans le cas d'hybridation $(s, p)$, les termes d'interférence peuvent avoir une contribution équivalente aux termes atomiques créés par des électrons $p$. Ceci a pour conséquence que les fluctuations du gradient dues aux oscillations longitudinales seront plus larges dans le cas d'hybridation $(s, p)$.

---

([2]) A. BASSOMPIERRE, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 39.

([3]) *Proc. Camb. Phil. Soc.*, 33, 1937, p. 104.

Combinant les résultats précédents, on obtient le gradient $q$ du champ électrique total auquel est soumis le noyau de bore

$$q = 1,23.10^{15} \text{ u.e.s.}$$

Le spin de $B_{11}$ étant 3/2 et son moment quadrupolaire $(0,03).10^{-24}$ cm², la seule fréquence de résonance nucléaire devrait être :

$$\nu = \frac{1}{2}\frac{eqQ}{h} = 1,35 \text{ MHz}.$$

La fréquence observée (⁴) par H. G. Dehmelt est 2,43 MHz. La valeur du moment quadrupolaire calculée par Gordy (⁵) nous semble donc trop petite. Cette valeur avait été obtenue par l'étude de $BH_3CO$. Le désaccord semble provenir du fait que Gordy a négligé les empiètements d'orbites. Nous proposons ainsi pour le moment quadrupolaire de $B_{11}$ :

$$Q = 0,05.10^{-24} \text{ cm}^2.$$

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Recherche d'une radioactivité β inverse.* Note (*) de MM. **Tovy Grjebine** et **Henri Laurent**, présentée par M. Frédéric Joliot.

A différentes reprises il a été suggéré que les corpuscules émis au cours du phénomène de radioactivité β pouvaient ne pas être, comme on l'admet généralement, des électrons mais plutôt des corpuscules d'une autre nature, instables, et donnant très rapidement naissance à des électrons. On peut se demander si un tel processus ne peut pas se produire pour une faible fraction des phénomènes de radioactivité β, ce qui rendrait compte de résultats anciens (¹).

Si une telle particule existait elle aurait certainement des propriétés très différentes de celles de l'électron et notamment on peut espérer qu'elle aurait une interaction nucléaire plus élevée et par conséquent une section efficace de capture par un noyau assez grande pour qu'on puisse espérer

---

(⁴) W. Gordy, *Microwave spectroscopy*, 1953, John Wiley.
(⁵) W. Gordy, H. Ring et A. B. Burg, *Phys. Rev.*, **78**, p. 512.

(*) Séance du 19 octobre 1953.
(¹) J. Danysz, *Comptes rendus*, **153**, 1911, p. 1066; J. Danysz, *Le Radium*, **9**, 1912, p. 1; J. Danysz et J. Gotz, *Le Radium*, **9**, 1912, p. 4; E. Rutherford, *Phil. Mag.*, **24**, 1912, p. 453; J. Danysz, *Thèse*, Paris, 1913, p. 63; E. Rutherford et H. Robinson, *Phil. Mag.*, **26**, 1913, p. 717; Chadwick, *Verhandl. Deutsch. Phys. Gesellsch.*, n° **8**, 1914, p. 383; D. K. Yovanovitch et J. d'Espine, *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 1811; I. Curie et J. d'Espine, *Comptes rendus*, **181**, 1925, p. 31; Black, *Nature*, 1925, p. 34; Black, *Proc. Roy. Soc.*, **106** A, p. 166; D. K. Yovanovitch et J. d'Espine, *J. Phys. Rad.*, **8**, 1927, p. 276.

mettre en évidence ce phénomène. Nous avons entrepris une expérience dans cette intention.

L'objet en était de chercher à mettre en évidence la capture par les noyaux de l'argent 109 d'une partie du rayonnement de radioactivité β de l'iode 128. Cette capture conduirait à la formation de palladium 109 radioactif de période 13 h.

Les raisons qui ont conduit au choix de ces noyaux particuliers sont les suivantes : il est possible d'obtenir l'iode radioactif sous forme concentrée grâce à l'effet Szillard sur un composé organique et de le fixer chimiquement sur des atomes d'argent, ce qui permet d'avoir une distance très faible entre le point d'émission du rayonnement β et le noyau appelé à, éventuellement, le capturer. De plus, la période relativement longue du palladium attendu par rapport à la période de l'iode, beaucoup plus courte (25 mm) réduit à néant les possibilités de perturbations dues à l'iode. Les conditions énergétiques nécessaires à la production du phénomène sont satisfaites.

Le mode opératoire a été le suivant :

Une circulation continue en circuit fermé d'iodure d'éthyle amène ce liquide à passer successivement à l'intérieur de la pile de Châtillon (fonctionnant à 5 kW) puis à traverser un filtre formé de 10 g de poudre d'argent placé à l'extérieur de la pile sous les protections nécessaires. Le volume soumis à l'irradiation est d'environ 500 cm$^3$. La vitesse de circulation est telle que le fluide accomplit son circuit en une dizaine de minutes.

Il s'établit un équilibre de régime par compensation entre la décroissance de l'iode radioactif fixé sur l'argent et l'apport d'iode fraîchement irradié par l'iodure d'éthyle qui maintient sur l'argent une activité constante d'environ 1 C. Cette activité a été maintenue pendant une durée de 12 h.

A la fin de l'activation, après avoir laissé l'iode décroître, on a procédé à une séparation chimique du palladium et recherché s'il était possible d'identifier l'activité caractéristique du palladium 109 dans cette fraction.

Différentes précautions ont été prises : circuit de l'iodure d'éthyle entièrement en verre, pompage sans contact par trompe d'air en circuit fermé, distillation très soignée de l'iodure d'éthyle.

De plus, deux expériences de contrôle ont permis de vérifier :

1° que l'argent ne pouvait pas être irradié directement au cours de l'expérience par le rayonnement de fuite de la pile qui aurait pu donner naissance au palladium 109 par action des neutrons rapides;

2° que des particules d'argent ne pouvaient pas être entraînées dans la pile par le courant d'iodure d'éthyle.

Il ne semble pas possible d'attribuer avec certitude une activité au palladium 109 parmi celles observées dans la fraction séparée chimi-

quement en dépit d'analogies de période, de courbe d'absorption et du spectre observé au cristal d'anthracène; la précision étant extrêmement limitée en raison des faibles taux de comptage observés.

Il est toutefois possible de fixer une limite supérieure au phénomène en disant que 1 C d'iode 128 agissant à saturation sur l'argent ne donne pas lieu à la production de plus de 8 noyaux de palladium 109 par seconde. L'expérience reprise avec une pile plus puissante et à plus grande réserve de réactivité devrait permettre de mieux préciser cette limite supérieure.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Trajectoires au minimum d'ionisation inscrites dans une émulsion à grain fin préparée au laboratoire.* Note de M. **Pierre Demers**, présentée par M. Jean Cabannes.

On décrit la préparation et le développement d'une émulsion à grain fin qui a montré les traces d'ionisation voisine du minimum.

Des expériences faites en 1945, dont la publication a été retardée par la censure ([1]), ([2]), ([3]), ont conduit à la fabrication des émulsions spéciales Ilford. Voir aussi Jenny ([4]). Ces expériences avaient donné des émulsions concentrées sensibles occasionnellement aux traces d'électrons atteignant 180 $\mu$.

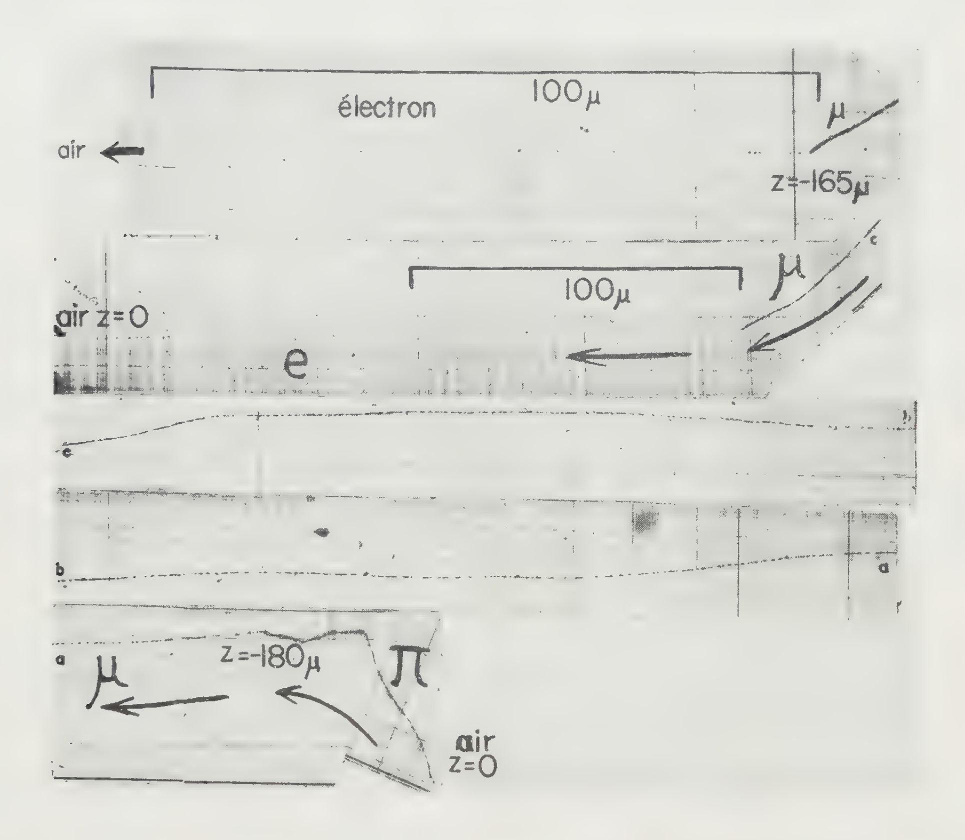
Les améliorations successives ([5]), ([6]), ([7]) ont permis de préparer jusqu'ici plusieurs kilogrammes de feuilles d'émulsion sans support de qualité uniforme à grain fin, superposées pendant l'irradiation pour réaliser des masses continues épaisses de 1 à 2 cm, d'après les procédés employés depuis 1949 ([8]), ([9]), ([10]).

Les nouveaux résultats découlent d'une fabrication légèrement modifiée et de l'emploi d'un révélateur nouveau. La fabrication suit la formule à deux jets ([7]) avec les modifications suivantes. Dans la solution C (150 g gélatine 2191 American Agricultural Chemical Co + 1000 g eau + 600 cm$^3$ alcool) agitée à 40-50° C, on verse 1 cm$^3$ de la solution B (420 g/l) puis ensemble à des vitesses constantes, 1274 cm$^3$ de la solution A (600 g $AgNO_3$/l)

---

([1]) P. Demers, deux rapports au *C. Nat. Rech.* Canada, 1945.
([2]) *Phys. Rev.*, 70, 1946, p. 86.
([3]) *Canad. J. Res.*, A 25, 1947, p. 223-251.
([4]) *Bristol Phot. Conf.*, 1950, p. 259-264.
([5]) *Science*, 110, 1949, p. 380.
([6]) *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 616.
([7]) *Coll. Phot.*, Paris, 1951-1953, p. 303-304.
([8]) *Annales Acfas*, 1949; 16, 1950, p. 74-76.
([9]) *Phys. Rev.*, 78, 1950, p. 320.
([10]) *Canad. J. Res.*, A 28, 1950, p. 628-655.

et 1300 cm³ B. On maintient les becs verseurs immergés pendant la précipitation. L'émulsion refondue après lavage est divisée en moitiés. Chacune est additionnée de 13,5 g triéthanolamine, 6 g thymol et 130 g alcool, et versée dans une cuvette à fond horizontal de 78 sur 53 cm. On recueille en tout environ 700 g de feuilles 10 × 5 cm × 320 μ, sur un poids total de 985 g d'émulsion sèche.)




La formule suivante donne un meilleur rapport de la sensiblité au voile, que le révélateur Eastman D8 : Chlorohydroquinone 45 g, $Na_2SO_3$ 30 g, KOH 32,5 g, KBr 8 g/l. Dans cette solution diluée avec 6 fois son poids d'eau, à 0° C, les feuilles sont suspendues et séjournent 7 h 30 mn. On traite par un bain d'arrêt et un fixateur durcissant. Les feuilles sont peu déformées et montrent très peu de voile granulaire.

L'irradiation en ballon (11) a duré 8 h 50 mn au-dessus du sol, 7 h au-dessus de 0,13 atm, 6 h au-dessus de 0,038 atm, 5 h au-dessus de 0,033 atm, et a atteint 0,019 atm (27,4 km). Un baromètre radioactif (12) a donné la courbe d'ascension.

(11) *Canad. J. Phys*, 30, 1952, p. 235-252.
(12) *Ann. Acfas*, 1953, sous presse.

Des phénomènes caractéristiques du minimum d'ionisation ont été observés : 17 étoiles sur 50 montrent au moins une, et en moyenne deux traces très faibles, comptant 13 à 20 grains par 100 $\mu$. Cette abondance et leur association occasionnelle en gerbes parfois opposées à une trace très faible suggèrent fortement qu'elles sont au voisinage du minimum d'ionisation et que la sensiblité à celui-ci a été atteinte. Une indication définitive est illustrée dans la figure, obtenue par photographie continue ([10]). C'est un phénomène $\pi\mu e$ où l'électron est clairement visible malgré une pente dépassant 45°. Les cotes indiquées sont celles au moment de l'observation.

Cette sensibilité est atteinte avec un diamètre voisin de 0,08 $\mu$ pour le grain AgBr, qui est par suite trois fois plus petit en diamètre et 27 fois en volume, que le grain de $G_5$, voir Pickup ([13]). Certains grains sont donc sensibles à une dépense moyenne de 70 à 80 eV.

La finesse du grain développé jointe à la sensibilité réalisée permet désormais l'étude dans une même émulsion des gerbes d'électrons énergiques, des mésons rapides ou lents, des reculs très courts et des petites étoiles $\sigma$. Les branches nucléoniques même courtes y sont identifiables. On peut opérer des mesures d'angle, de diffusion angulaire, de densité granulaire (jusqu'à près de 300 grains par 100 $\mu$), de densité optique, de largeur, et de densité des rayons $\delta$, avec une précision accrue sur une proportion plus grande des traces.

RADIOACTIVITÉ. — *Méthode de mesure d'activité des émetteurs $\alpha$ par ciné-nucléographie.* Note de Mme **Odette Rœhrich-Goussu**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Pour mettre en œuvre la méthode indiquée récemment par M. Laporte ([1]) de mesure des activités $\alpha$ d'une source radioactive, j'ai utilisé, pour la mesure de l'activité d'une source de Po, le ciné-nucléographe réalisé par M. Frilley ([2]).

Dans cette méthode, utilisant des plaques nucléaires, il s'agit de compter les traces des rayons $\alpha$ qui se présentent dans un certain nombre de champs de microscope. La portion de la trajectoire décrite par la source au cours de son déplacement par rapport à la plaque, comprise dans un champ de microscope (diamètre 165 $\mu$) peut être confondue avec sa tangente et celle-ci, en raison du mode de déplacement de la plaque sous l'objectif, conserve la même direction pour tous les champs observés.

La vitesse linéaire de la source étant connue, on en déduit le temps mis par

---

([13]) *Canad. J. Phys.*, **31**, 1953, p. 898-900.

([1]) *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 889.

([2]) *Comptes rendus*, **237**, 1953 (à paraître).

un point de la source pour traverser le champ. Avec ces deux données : temps correspondant à la traversée d'un champ et nombre de traces rencontrées dans N champs on calcule facilement l'activité.

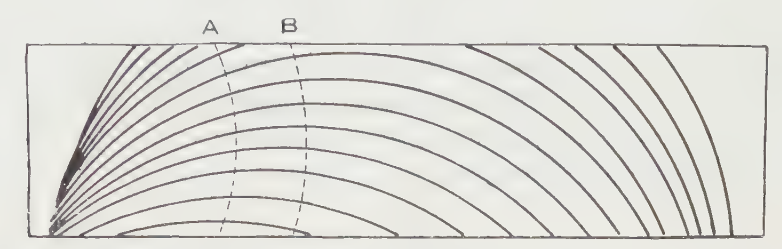



Schéma des projections sur la plaque des trajectoires d'une source supposée ponctuelle.
AB : région explorée.

La mesure a été faite (*fig.* 1) dans une région de la plaque où l'espacement des trajectoires est précisément égal à la dimension de la source perpendiculairement à la vitesse de telle sorte que la densité moyenne des traces sur la plaque peut être considérée comme constante. Dans ces conditions, l'activité est donnée par

$$a = \frac{1}{3,72.10^4} L v \sigma \quad (\mu C), \tag{1}$$

L, dimension de la source perpendiculairement à la vitesse;
$v$, vitesse linéaire de la source;
$\sigma = n/Ns =$ densité moyenne de traces;
$n$, nombre total de traces comptées dans N champs;
$s$, surface d'un champ.

On peut aussi dénombrer les traces que l'on rencontre en parcourant la plaque d'un bord à l'autre perpendiculairement à $p$ trajectoires, soit $n$ ce nombre et $d$ le diamètre du champ, l'activité en micro-curies est donnée par

$$a = \frac{1}{3,72.10^4} \frac{n}{p} \frac{v}{d}. \tag{2}$$

*Résultat des mesures.* — 1° Par utilisation de la formule (1) : $a = 189\,\mu c$ (les mesures ont porté sur 2 918 traces ce qui laisse prévoir une erreur statistique inférieure à 2 %).

2° Par utilisation de la formule (2) : $a = 198\,\mu c$ (les mesures ont porté sur 7 500 traces, soit une erreur statistique de l'ordre de 1 %).

La divergence de ces résultats peut provenir soit d'un défaut de comptage des traces, soit d'une incertitude (de l'ordre de 5 %) sur le nombre exact de passages de la source sous la plaque dans la région considérée, ou, ce qui revient au même, de l'inégalité entre l'écartement choisi des trajectoires et la dimension de la source perpendiculairement à sa vitesse.

M. Conte a préparé la source de Po et mesuré son activité par la méthode

classique de la chambre d'ionisation. La mesure par cette méthode a donné 200 μC, avec une précision qui, dans ce domaine de mesures, est d'environ 10 %, donc en accord avec les résultats donnés ci-dessus.

L'expérience a été faite en faisant tourner le disque à une vitesse de 12,5 t/s, le nombre maximum de traces par champ était d'environ 15 ce qui est commode pour un dénombrement aisé. En agissant sur la vitesse de rotation et en admettant un nombre maximum plus ou moins grand de traces par champ, la méthode semble pouvoir permettre la mesure absolue de l'activité des émetteurs $\alpha$ dans un large domaine.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la radioactivité de l'atmosphère d'origine atomique.* Note de M. **Hubert Garrigue**, présentée par M. Jean Cabannes.

On détecte à nouveau de la neige radioactive.

On a poursuivi la prospection au sol (Puy-de-Dôme, 1 450 m) et en vol (2 000 à 5 000 m) (¹), de la radioactivité de l'air. Les intensités sont toujours évaluées en « équivalents de curie de radon par centimètre-cube de volume exploré ». On conserve également, pour les diverses particules détectées, leur groupement dans les classes A (période de début de 20 à 30 h). A′ (période de quelques heures,) A″ (période très longue). Cette manière de procéder est simple et elle paraît utile. Il y a en effet, dans la dissémination et la conservation des particules radioactives dans la stratosphère, les moyennes et les basses couches de l'atmosphère, un effet de sélection dans lequel interviennent la durée, mais aussi, les conditions météorologiques. L'étude de l'évolution et de la répartition de ces particules présente donc, en outre, un intérêt géophysique.

Les derniers résultats sont les suivants :

Vol du 10 octobre 1953, traces A.

Vols des 17 et 24 octobre, pas d'anomalie, ou traces à la limite de sensibilité des appareils.

Prélèvement de 7 k de neige fraîche, 29 octobre, Puy-de-Dôme.

Résidu poussiéreux, gras (goudrons) (²), radioactivité à longue période non déterminée, de l'ordre d'intensité de $0{,}03 \cdot 10^{-18}$ curie/cm³.

Vol du 30 octobre : traces A″.

Prélèvement de 7 k de neige fraîche, 3 novembre, Puy-de-Dôme.

Résidu gras moins abondant (²), radioactivité A″ : $0{,}1 \cdot 10^{-18}$ curie/cm³.

---

(¹) A bord de l'Avion-Laboratoire du S.A.L.S.

(²) *Voir* à ce sujet : Recherches de radioactivité au Sommet du Puy-de-Dôme, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 1447.

Dans chaque essai, on recherche s'il n'y a pas d'autres particules dont les périodes se grouperaient au voisinage de celles des corps naturels (Radium B, Radium C, Actinium B, Thorium B). Rien n'a pu être nettement identifié, peut-être en raison de l'abondance naturelle de ces corps.

Le rayonnement du résidu de neige du 3 novembre 1953 est du type bêta· On n'a pu déceler un rayonnement gamma. L'ionisation en vase clos, provoquée par ce résidu, mesurée dans les mêmes conditions qu'au cours de l'essai du 20 novembre 1951 ([2]), avait pour valeur, au début, 20 % de celle due à la radiation globale pénétrante terrestre et cosmique. Rappelons que l'ionisation due au résidu des 7 kg de neige fraîche recueillis le 20 novembre 1951, représentait, au début, 43 % de cette valeur ([2]).

Si cette nouvelle invasion radioactive se rapporte aux essais « atomiques » les plus récents, on peut déduire une indication sur la vitesse de dissémination du nuage atomique à l'échelle terrestre, dont une première détermination a été obtenue au moment des expériences de Bikini ([3]).

Sinon, elle se rapporte à des essais anciens, les particules détectées sont alors en provenance de la « réserve » stratosphérique.

RADIOACTIVITÉ. — *Évolution de la teneur en radioéléments artificiels de l'atmosphère de la région parisienne.* Note de MM. **Marcel Abribat** et **Jacques Pouradier**, présentée par M. Louis Leprince-Ringuet.

Dans deux Notes précédentes ([1]), ([2]) nous avons montré que des radioéléments artificiels provenant de bombes atomiques ayant explosé sur le territoire du Nevada (États-Unis) avaient atteint la région parisienne. En raison de l'importance considérable que la contamination de l'atmosphère par des substances radioactives présente pour l'industrie photographique, nous avons dosé quotidiennement la radioactivité de l'air.

Les prélèvements ont été effectués selon les techniques déjà utilisées. Les résultats sont représentés par les deux histogrammes ci-après où les dates des prélèvements figurent en abscisses.

L'histogramme de la figure 1 concerne la radioactivité β des poussières recueillies en filtrant chaque jour un même volume d'air et en calcinant ultérieurement le filtre. Deux périodes de forte activité sont nettement discernables, la première (24 mars-25 juin) correspond à la série d'explo-

---

([3]) *Voir* à ce sujet : Sur la radioactivité de l'atmosphère, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1583.

([1]) M. Abribat, R. Pinoir, J. Pouradier et A. M. Venet, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1161.

([2]) M. Abribat, J. Pouradier et A. M. Venet, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 157.

sions expérimentales du Nevada et la seconde (30 août-17 septembre) suit les essais atomiques russes. Il est à noter que l'allure de la décroissance de la radioactivité β de l'atmosphère après un maximum d'activité n'est pas

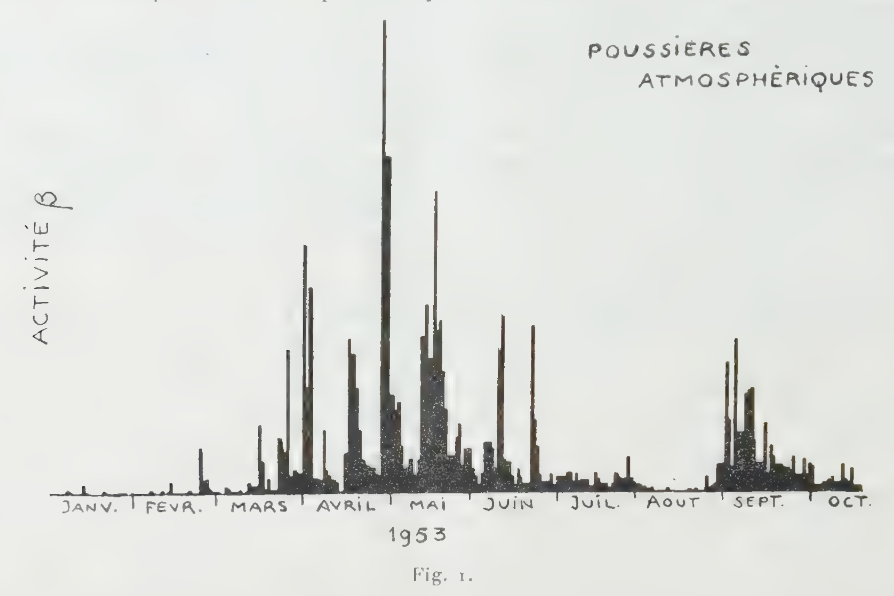



Fig. 1.

la même dans les deux périodes. Cette non-similitude est probablement due à des variations dans le régime des vents ou à des différences d'altitude de cheminement des poussières radioactives.

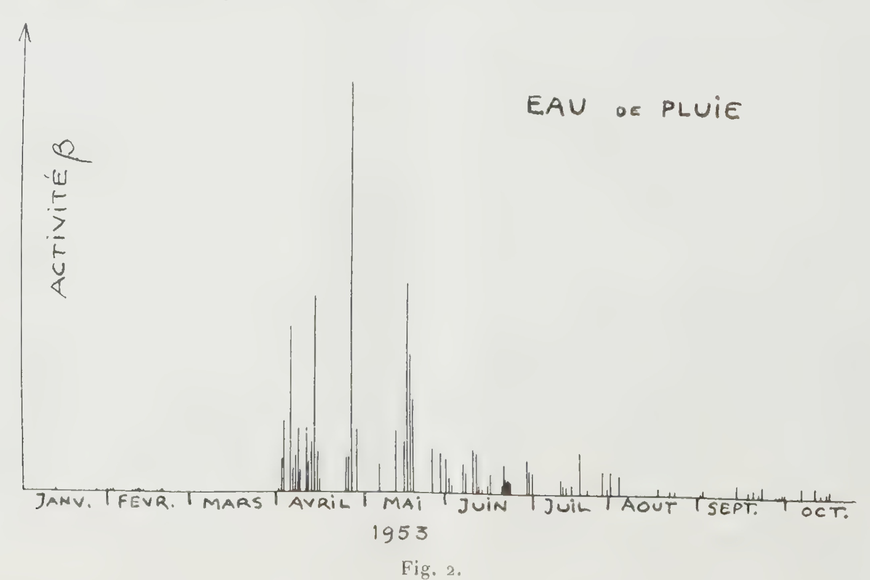



Fig. 2.

Sur la figure 2 sont reportés les résultats correspondant aux eaux de pluie, chaque trait ayant une hauteur proportionnelle à l'activité β des radioéléments contenus dans 1 l d'eau. On retrouve sur cet histogramme

la période de forte activité du printemps mais les explosions du mois d'août ne peuvent être décelées en raison de l'absence de précipitations abondantes au début de septembre ([3]).

La radioactivité de l'eau de ville a également été contrôlée quotidiennement. Les mesures ont montré que l'activité β de cette eau est considérablement plus faible que celle de l'eau de pluie (environ $10^3$ fois plus faible), et il a été impossible de trouver une relation, même approchée, entre la radioactivité des eaux de pluie recueillies à Vincennes et la radioactivité de l'eau de ville. Ceci s'explique par la grande superficie du bassin qui alimente en eau la région parisienne. La décroissance de l'activité des principaux échantillons recueillis a été suivie, et les résultats seront publiés dans une prochaine publication.

ÉLECTROCHIMIE. — *Étude expérimentale de l'empoisonnement de l'électrode de platine platiné.* Note (*) de M. **Maurice Bonnemay**, présentée par M. Pierre Jolibois.

On étudie l'évolution de la courbe de surtension de l'hydrogène relative à des électrodes de platine platiné empoisonnées à l'aide de quantités variables de plomb ou de zinc. Comparaison des résultats.

Dans un travail précédent, on a étudié l'évolution de la courbe de surtension d'hydrogène d'électrodes de platine platiné empoisonnées par des quantités variables de chlore déposé électrolytiquement.

La présente Note a pour but d'exposer les résultats relatifs à des expériences semblables réalisées en empoisonnant les électrodes de platine platiné par des micro dépôts de plomb et de zinc.

Les expériences sont conduites de la manière suivante :

*a.* après platinage d'une plaque de platine de 1 sur 2 cm dans des conditions classiques, l'électrode obtenue est placée à la cathode dans une solution de nitrate de plomb ou de sulfate de zinc dont l'anode est constituée par une plaque de platine poli. On empoisonne l'électrode dans des conditions de durée, d'intensité, de potentiel cathodique (repéré par rapport à un élément au calomel) déterminées; l'électrode étant ensuite rincée, elle est utilisée comme cathode, sous courant d'hydrogène (pression 1 atm)

---

([3]) L'eau de pluie recueillie le 2 septembre ne contenait que très peu de radioéléments alors que les mesures effectuées sur l'air révélaient une contamination assez forte. Cette anomalie apparente doit provenir du fait que nous n'avons pu recueillir de l'eau qu'à la fin de l'averse et que les poussières avaient été entraînées au sol par le début de la pluie.

(*) Séance du 9 novembre 1953.

dans un solution normale d'acide chlorhydrique, l'anode étant de platine poli. On trace alors la courbe de surtension de la cathode en repérant son potentiel par rapport à un élément de référence classique. La température est contrôlée à 1/10$^e$ de degré près, les mesures de potentiel sont effectuées à $\pm$ 1 mV près, les intensités avec une erreur relative d'environ $10^{-3}$. On a précédemment étudié l'action de la solution d'HCl sur l'électrode en absence de courant, l'acide chlorhydrique, en dissolvant le métal déposé pourrait en effet fausser les résultats. En fait on a constaté que cette dissolution existe bien mais que, dans les conditions expérimentales, elle est trop lente pour gêner les mesures.

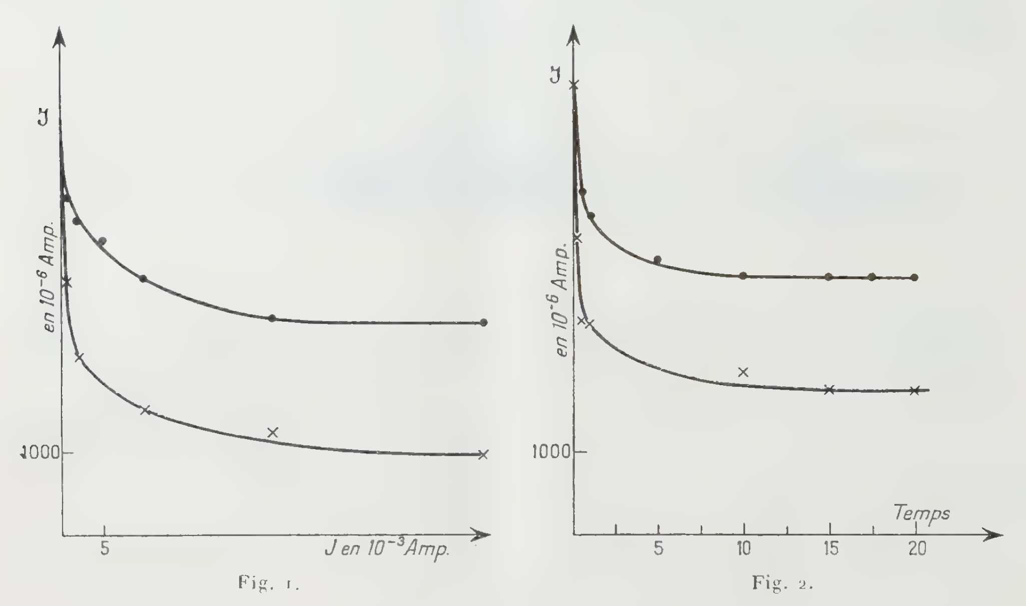



Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Empoisonnement par le zinc (•), par le plomb (×). Durée : 1 mn; J : variable; I : observée. pour une surtension de 0,020 V.

Fig. 2. — Empoisonnement par le zinc (•), par le plomb (×). J = $10^{-3}$ A pour Zn; 0,5 $10^{-3}$ A pour Pb I : observée pour une surtension de 0,020 V. Durée d'empoisonnement variable.

Les expériences ont été faites dans les cas suivants :

— différentes durées d'empoisonnement à intensité constante;

— différentes intensités d'empoisonnement à durée constante;

— différentes températures d'empoisonnement.

Les résultats peuvent se résumer comme suit :

L'effet de température est nul dans tous les cas.

La courbe de surtension d'une électrode empoisonnée se trouve déplacée vers les fortes surtensions par rapport à celle qui correspond à une électrode non empoisonnée de telle sorte que, pour une même intensité, la surtension est plus grande pour l'électrode empoisonnée que pour l'électrode normale. La figure 1 rend compte de la variation de ce déplacement en fonction de la

durée d'empoisonnement et la figure 2 de cette même variation en fonction de l'intensité d'empoisonnement.

Pour une même durée d'empoisonnement le déplacement dépend de la surtension à laquelle il est observé suivant une loi sensiblement exponentielle à exposant positif.

La considération de ces courbes montre qu'il y a une saturation, le déplacement de la courbe de surtension cessant de croître au delà d'une certaine quantité de poison fixée, ce déplacement dépend donc de la quantité d'électricité utilisée au cours d'empoisonnement, mais aussi de la manière dont s'est effectuée la fixation du poison et en particulier du potentiel de l'électrode au cours de l'opération d'empoisonnement. Pour obtenir un même déplacement des courbes de surtension, il faut que, au cours de l'empoisonnement, on ait consommé la même quantité d'électricité pour un même potentiel d'électrode.

Qualitativement on constate un parallélisme étroit entre les résultats relatifs au zinc, au plomb et au chlore. Quantitativement la comparaison effectuée pour une même quantité d'électricité dépensée et un même potentiel d'empoisonnement indique que le plomb a une action plus intense que le zinc. La comparaison, à potentiel d'empoisonnement constant, est plus difficile en ce qui concerne le chlore. Il semble que ce dernier corps ait une action moins forte que le zinc toutes choses égales.

ÉLECTROCHIMIE. — *Contribution à l'étude des solutions concentrées et du point isohydrique : nouvelles précisions théoriques et expérimentales; influence de la température.* Note (*) de M. **Georges Carpéni**, présentée par M. Louis Hackspill.

Influence de la nature du soluté acide A : 1° sur le niveau $pH(I_A)$; 2° sur l'aspect du réseau de courbes de neutralisation à $pI_A$; 3° sur la probabilité d'existence d'un $pI_A$.

Différenciation possible du complexe $A_n$ — produit de *condensation* ou d'*addition* — suivant le comportement du $pI_A$ en fonction de la température.

La présente Note a pour objet d'exposer quelques données théoriques et expérimentales nouvelles concernant le point isohydrique (pI) et les solutions concentrées. Comme nous l'avons vu [1], alors que le point isohydrique soluté ($pI_A$) révèle l'existence, en solution, de molécules et d'ions condensés ou associés $A_n$, ce qui impose une abscisse $0 < x(I_A) < 1$ et un $pH(I_A) \neq 7$ [2], le point isohydrique solvant ($pI_S$) prouve, par contre, que la molécule de soluté A

(*) Séance du 2 novembre 1953.

[1] Cf. *Comptes rendus*, **237**, 1953, 1088 et 1154.

[2] Les diverses notations ou définitions sont celles déjà utilisées précédemment [*cf.* [1]].

se trouve, au sein du solvant, sous forme monomère $A_1$, donc électrochimiquement libre, d'où aussi $x(I_S) \# 1$ et un $pH(I_S) \# 7$. Dans un solvant donné, eau par exemple, le niveau $pH(I_A)$ — comme d'ailleurs aussi $x(I_A)$ — dépend uniquement de A et si, pour les molécules (ou ions) A *assez acides* (ex. acides formique, acétique, etc.) le $pH(I_A)$ est *inférieur* à 7, par contre pour les molécules (ou ions) A *peu ou très peu acides* (ex. phénols, diphénols, acides germaniques, boriques, etc.) il est *supérieur* à 7. Cependant, suivant une remarque déjà faite ([3]), l'aspect du réseau des courbes de neutralisation dépend essentiellement de la valeur *relative* des constantes de dissociation $k_n/k_1$ des acides $A_n$ et $A_1$ : si ce rapport est grand (cas de $A_n$ : $Cr_2O_7H_2$, $Mo_4O_{13}H_2$, ...), le $pI_A$ présentera une inflexion très marquée, tandis que pour les valeurs plus faibles de $k_n/k_1$, le réseau des courbes aura l'aspect de fuseaux plus ou moins aplatis (cas de $A_n$ : $[B_5O_8H]H_2$, $Ge_5O_{11}H_2$, pyrocatéchine, etc.). Par ailleurs, *plus la force de l'acide* $A_1$ *sera élevée, plus la probabilité d'existence du* $pI_A$ *sera faible*. C'est ainsi que, du moins en solution aqueuse, l'acide ClH ne présente qu'un seul pI, le $pI_S$, à pH 7 et il n'y a aucune indication d'un $pI_A$, même pour les solutions les plus concentrées. Il se pourrait, cependant, qu'en un solvant *non aqueux* approprié, à faible constante diélectrique peut-être, un tel point $pI_A$ apparaisse. Il existe dans la bibliographie des indications qui montrent que dans les solutions eau-dioxane par exemple, ClH cesse de se comporter comme un acide fort ([4]).

Mais les exemples que nous avons dès maintenant étudiés, nous incitent à conclure que les faits exposés relatifs aux *deux* pI, $pI_A$ et $pI_S$, sont généraux : en effet, même lorsque les solutions aqueuses d'acides A purs — surtout si ces derniers sont *faiblement solubles* — paraissent «normales», quant à la variation $\Delta pH/\Delta \log V$ (absence de $I_A$), — des comportements « anormaux » pour $\Delta pH/\Delta \log V$ ont lieu quand même, mais pour les solutions *salifiées* qui sont, elles, presque toujours dans ces cas, nettement plus concentrées. Nous espérons revenir prochainement sur de tels exemples et aussi sur quelques autres cas intéressants.

Il nous reste maintenant à donner quelques indications préliminaires sur l'effet de la température sur la position des $pI_A$ ([5]) :

Quelle que soit la cause qui préside à la formation des complexes condensés ou associés $A_n$, il semble que les liaisons H doivent y jouer un rôle des plus importants. S'il est probable que ces agrégats soient dus, du moins principalement, à des forces de Van der Waals, plutôt qu'à des interactions électro-

---

([3]) Cf. *Bull. Soc. Chim.*, 1952, p. 1014 (point *b* : courbes à point d'équivalence isohydrique).

([4]) *Cf.* Harned et Owen, *Physical Chemistry of electrolytic solutions*, 1943, p. 327 : en solution aqueuse à 82 % de dioxane, la conductibilité de ClH est caractéristique de celle d'un acide faible.

([5]) L'effet de température sur $pI_S$ est évidemment connu.

statiques ([6]), rien de sûr ne peut encore être dit à ce sujet. Cependant, théoriquement, il serait à prévoir qu'une augmentation de température doive rendre ces complexes moins stables. En fait, deux séries d'observations ont été enregistrées jusqu'ici et elles sont relatives aux solutions boriques et pyrocatéchiques ([7]). Ces solutions présentent, toutes deux, des $pI_A$ situés en zone alcaline. Mais, tandis que le $pI_A$ des borates se maintient à une même abscisse (même taux de salification) à toutes les températures utilisées jusqu'à $T = 75°C$ ([8]), le $pI_A$ de la pyrocatéchine change brusquement d'abscisse pour passer de $x(I_A) = 0{,}33$ à $x(I_A) = 0{,}2$. Ce phénomène remarquable à lieu pour une température de transition comprise entre 35° et 40°. L'élévation de température provoque, par ailleurs, également un effet sur le niveau $pH(I_A)$, puisque celui-ci tend à baisser.

Les observations relatives aux coordonnées, — taux de salification $x$ et pH, — du $pI_A$, comportent deux conclusions :

1° le composé borique, minéral, responsable du $pI_A$, est nettement plus stable que celui, organique, de pyrocatéchine. On serait tenté de désigner le premier comme étant un *complexe de condensation* [formé par estérifications *effectives* ([9])], tandis que le second ne serait qu'un produit d'*addition* ou complexe d'*association* [formé par liaisons H d'estérifications *potentielles* ([9])].

2° le complexe d'association pyrocatéchique est d'autant plus stable que son $pH(I_A)$ est plus bas et son taux de neutralisation $x(I_A)$ plus faible. L'hypothèse de travail que j'ai récemment énoncée ([10]) en supposant « des liaisons Hydrogène stables en milieu neutre et (surtout) acide et des liaisons H instables en milieu alcalin » reçoit ainsi un appui des plus directs.

CHIMIE THÉORIQUE. — *Nature des liaisons à l'intérieur du complexe intermédiaire catalase-*$2H_2O_2$. Note de M[me] **Andrée Goudot**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans la catalase le fer se présente sous forme d'ion $Fe^{+++}$ lié dans le coenzyme à quatre noyaux pyrrols situés avec lui dans le même plan. Les études spectro-

([6]) Associations ioniques de Bjerrum; paires d'ions, etc. *Cf.* Harned et Owen, *loc. cit.* p. 183 et suiv.

([7]) Des précisions expérimentales seront données ailleurs, en collaboration avec M[lle] Arménico, pour les borates et M[lle] Hamann, pour la pyrocatéchine.

([8]) Des expériences ont été faites à des températures encore plus élevées, mais les difficultés expérimentales nous incitent à limiter nos conclusions à la température maximum indiquée.

([9]) *Cf.* G. Carpéni, *Bull. Soc. Chim.*, 17, 1950, p. 1280 et suiv.; aussi *ibid.* 16, 1949, p. 351.

([10]) *Cf.* Carpéni et Chouteau, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 1423 et *J. Chim. Phys.*, 50, 1953, p. 267-281.

scopiques et les mesures magnétiques [1] montrent que le complexe intermédiaire passe par deux états successifs : un complexe primaire ionique où l'ion fer est trivalent, puis très rapidement en un complexe covalent où le fer est bivalent, ce dernier état étant seul considéré comme catalytiquement actif. Chance a subdivisé l'état covalent en deux temps car sa couleur change au cours de la catalyse.

La molécule de $H_2O_2$ a deux structures résonnantes principales : la première HO — OH paraît l'état normal de la molécule à la température ordinaire, la seconde $\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\!\!>O=O$ préconisée par Lenton et Mass parce qu'elle rend mieux compte du paramagnétisme de la molécule. En particulier dans l'attraction ion dipole qui s'exerce entre l'ion central fortement magnétique de l'enzyme et le substrat, il apparaît que la seconde structure où la charge négative se trouve concentrée sur un des pôles du dipole est celle qu'on peut le mieux envisager.

1. Dans le premier état : complexe ionique catalase-$2H_2O_2$, la molécule de $H_2O_2$ va jouer le rôle de donneur, une partie de la charge négative des deux molécules de substrat passant sur l'ion métal de l'enzyme qui peut être réduit.

2° Dans le second état : complexe covalent catalase — $2H_2O_2$ va se produire le passage à l'état activé. Quand le complexe covalent se forme, trois cases $3d$ de l'ion métal se trouvent occupées et les deux orbites $3d$ libres sont utilisées pour former des liaisons octaédriques. Quatre de ces liaisons hybrides $sp_3d_2$ se forment entre l'ion central et les atomes N des quatre noyaux pyrrols, [2], mais il reste encore deux liaisons hybrides et nous pensons que celles-ci lient l'ion métal à deux molécules de $H_2O_2$. En prenant la structure $O{=}O\!\!<\!\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}$, il va se former entre l'ion métal et chacun des pôles O des molécules de substrat, une liaison $\sigma$ par recouvrement d'une orbite hybride $sp_3d_2$ avec une orbite liante $2p$ de O et, comme nous l'avons vu d'autre part, [3] une liaison antiliante par recouvrement de l'orbite $\pi$ de la liaison double du substrat avec une des orbites $3d$ occupées du métal. L'état activé pouvant être dû au passage de l'électron d'une orbite liante à une antiliante.

Le complexe intermédiaire perd deux molécules $H_2O$ par rupture de liaison entre O et $O\!\!<\!\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}$ et le changement de couleur du complexe anhydre observé par Chance lui a fait considérer le complexe covalent comme se présentant sous deux formes successives.

Le complexe intermédiaire est alors un complexe covalent ferreux octaédrique,

---

(1) Sumner, *The enzymes*. Volume 2, part. I.

(2) Theorell Sumner, *The enzymes*. et Holland, *Arch. of Bioch. and Bioph.*, Août 1953.

(3) *Comptes rendus*, **237**, 1953, p. 999.

chacun des atomes O occupe le sommet d'une pyramide, les deux pyramides ayant pour base commune le plan formé par les quatre noyaux pyrrols et l'ion $Fe^{++}$ au centre. Les deux liaisons $\sigma$ entre l'ion central et les deux atomes d'O sont sur le même axe que nous choisirons comme axe des X qui est celui des hauteurs des deux pyramides. Chacune des orbites $\pi$ est dans un plan perpendiculaire à cet axe. Géométriquement les deux atomes O se trouvent dans la même position vis-à-vis l'un de l'autre que dans la molécule $O_2$ à l'état excité. La liaison double de $O_2$ étant formée d'une liaison $\sigma 2p$ produit du couplage axial de deux électrons $2px$ et d'une liaison $\pi 2p_y$ produit du couplage axial de deux élec- trons $2p_y$.

Du point de vue de la théorie donneur-accepteur de Mulliken : l'électronégativité de $O_2$ est assez grande pour enlever une partie de la charge négative de l'ion central, la molécule $O_2$ jouant le rôle d'accepteur, l'ion $Fe^{++}$ celui de donneur. Il aide ainsi à la formation d'une liaison à trois électrons entre les deux atomes O pour donner $O_2^-$ qui est libéré en même temps que la catalase se retrouve comme à l'état initial avec un ion central $Fe^{+++}$.

Le fait que l'enzyme libère la molécule d'oxygène sous forme d'ion $O_2^-$ est en accord avec la théorie suivant laquelle les réactions enzymatiques sont réversibles. En effet $O_2^-$ est donneur, $Fe^{+++}$ accepteur et l'on peut imaginer la formation du complexe :

$$\begin{matrix} py \\ py \end{matrix}\!\!>\!Fe^{+++}\!<\!\!\begin{matrix} py \\ py \end{matrix} + O_2^- \rightleftharpoons O\!=\!\!\begin{matrix} py \\ py \end{matrix}\!\!>\!Fe^{++}\!<\!\!\begin{matrix} py \\ py \end{matrix}\!\!=\!O.$$

En présence de molécules d'eau, la fixation de ces molécules sur le complexe ferreux donne le couple $2H_2O—O_2$ qui avec un voltage de 1,23 a une énergie suffisante pour effectuer l'oxydation de l'ion ferreux (Latimer). Nous retrouvons l'état initial : enzyme avec l'atome central $Fe^{+++}$ et deux molécules $H_2O_2$.

Comme nous l'avons dit précédemment ([3]) le système catalase-$2H_2O_2$ est représenté à l'état normal comme un état de résonance entre les structures correspondant aux différentes distributions des électrons de liaison.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un appareil et un mode opératoire permettant de déterminer la vitesse de formation du sulfure de carbone.* Note (*) de MM. **Henri Guérin** et **Jean Adam-Gironne**, présentée par M. Paul Lebeau.

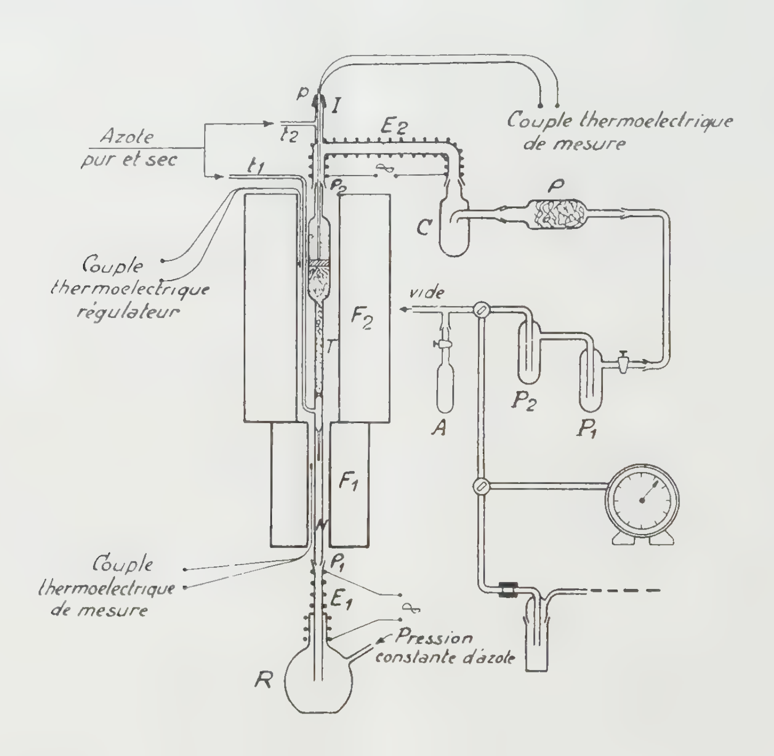
Nous décrivons un appareil permettant d'obtenir un débit continu et régulier de vapeur de soufre et avec lequel nous avons pu ainsi comparer les sulforéactivités de différents charbons et étudier la cinétique des réactions soufre-carbone.

(*) Séance du 9 novembre 1953.

Nous avons mis au point un appareil permettant aussi bien d'effectuer des essais destinés à comparer les sulforéactivités de différents combustibles que de procéder à des mesures de la vitesse de formation du sulfure de carbone, en vue d'étudier la cinétique de cette réaction.

Dans un cas comme dans l'autre, la difficulté réside dans la réalisation d'un courant régulier et continu de vapeur de soufre à travers un échantillon de combustible; nous inspirant d'un travail de Fisher et Smith [1] étudiant la réaction du soufre avec le méthane, nous l'avons surmontée en utilisant l'écoulement de la vapeur de soufre dans un capillaire, les pressions à l'entrée et à la sortie de celui-ci étant constantes.

L'appareil est représenté sur la figure.




Une pression constante d'azote s'exerçant au-dessus du soufre liquide contenu dans le réservoir R, ce produit s'élève dans le tube central du réservoir et pénètre dans un tube de silice fondue, maintenu à une température de 750° grâce à un four électrique $F_1$. A un certain niveau N, le soufre se vaporise et sa vapeur, après s'être mélangée à l'azote pur et sec arrivant par le tube $t_1$ et dont le débit est régularisé à l'aide d'un capillaire, atteint la zone de chauffe du four $F_2$.

---

(1) *Ind. Eng. Chem.*, 42, 1950, p. 704.

Le mélange gazeux, homogénéisé et porté à la température de réaction par passage sur une colonne de fragments de silice, traverse alors la couche de combustible (hauteur 1,5 cm, diamètre 2,2 cm) dont la température, maintenue constante grâce à un thermocouple (placé entre le tube de réaction et la paroi interne du four et relié à un thermorégulateur) est contrôlée potentiométriquement grâce à un second couple dont la soudure se trouve dans la masse du charbon. A la sortie du tube de réaction, le soufre est retenu dans le condenseur C maintenu à la température ambiante et dans le piège P, rempli de laine de verre. Le sulfure de carbone ainsi que les faibles quantités d'hydrogène sulfuré et d'oxysulfure de carbone formés sont condensés dans les pièges $P_1$ et $P_2$, refroidis à — 180°.

Un compteur à gaz, placé en fin de circuit, permet de déterminer le volume d'azote ayant traversé l'appareil durant l'essai.

La condensation ou la solidification du soufre en certaines parties de l'appareil ont été évitées, soit comme en I, où le protège-couple pénètre dans l'appareil, en envoyant un très léger courant d'azote, soit en chauffant certaines tubulures ($E_1$ et $E_2$) par une résistance électrique. Le rodage $\rho_2$, maintenu ainsi à une température d'environ 450° et lubréfié à l'aide de graphite en paillettes, n'entraîne, comme on l'a vérifié, que des fuites insignifiantes, car les pertes de charge créées par le reste du circuit sont très faibles.

A la fin d'un essai, on substitue au compteur à gaz une série de flacons laveurs, on ramène les pièges $P_1$ et $P_2$ à la température ambiante et on fait circuler dans l'appareil un courant d'azote qui entraîne l'hydrogène sulfuré, l'oxysulfure de carbone et de petites quantités de sulfure de carbone. Ces différents gaz sont absorbés par des réactifs convenables afin d'être dosés par la méthode précédemment exposée ([2]).

Le sulfure de carbone restant dans les pièges est pesé après avoir été distillé dans l'ampoule A. Le poids du soufre n'ayant pas réagi est déterminé en pesant avant et après expérience le condenseur C et le piège P. Le soufre retenu dans le charbon est dosé par la méthode d'Eschka.

Avec l'appareil et le mode opératoire décrits, on peut obtenir un débit de soufre reproductible à $\pm$ 2 % et une précision sur la quantité de sulfure de carbone formé de $\pm$ 0,3 %. Ils permettent ainsi soit de déterminer l'indice de sulforéactivité de divers combustibles, soit d'étudier la cinétique de la formation du sulfure de carbone par action du soufre sur du charbon de sucre.

---

([2]) H. GUÉRIN et J. ADAM-GIRONNE, *Chimie et Industrie*, 67, 1952, p. 410.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation quantitative des trois halogènes.* Note de M. **Ernest Kahane** et M[me] **Marcelle Kahane**, présentée par M. Maurice Javillier.

Sous sa forme générale, le problème de la séparation quantitative des ions $Cl^-$, $Br^-$, $I^-$, l'un des plus anciens de la chimie analytique, n'a pas reçu de solution satisfaisante. Des méthodes nombreuses et excellentes permettent de séparer l'iode du chlore et du brome, mais le dosage simultané de ces deux derniers se fait encore sans séparation, soit par voie indirecte (1), soit par un titrage potentiométrique sur les conditions duquel l'accord des analystes semble loin d'être réalisé (2). Bien que les phénomènes d'adsorption et d'élution sélectives promettent d'aboutir au résultat voulu (3), il ne nous a pas semblé inutile d'essayer de mettre au point une méthode de type classique. Il s'agit en effet d'un problème qui se présente fréquemment dans la pratique, et que le laboratoire d'analyses doit pouvoir résoudre à tout instant avec ses moyens.

C'est dans cet esprit que F. Martin est revenu, il y a deux ans, à une méthode ancienne, l'oxydation par l'acide nitrique à l'ébullition (4). Depuis la publication de ce travail, la même réaction a été étudiée par plusieurs auteurs (5), qui recherchent tous les conditions de concentration et de température dans lesquelles, des acides bromhydrique et chlorhydrique, le premier seul est détruit. Mahr et Brömer préconisent cette réaction pour l'usage qualitatif, parce qu'ils ne réussissent pas à entraver totalement les pertes de chlore. Nous n'y avons pas réussi non plus, et nous proposons une méthode issue de nos essais à ce sujet.

I. Quelles que soient les conditions, et faisant varier l'un des facteurs, nous observons un commencement d'entraînement du chlore avant que la totalité du brome soit éliminée.

II. En fonction de la concentration croissante de l'acide nitrique, la vitesse d'oxydation de BrH est d'abord très faible, elle croît lentement, puis devient brusquement considérable pour une concentration bien définie. Cette concentration critique varie faiblement avec la température; l'entraînement du

---

(1) R. Fort, *Chim. Anal.*, 34, 1952, p. 143.

(2) H. Chateau et J. Pouradier, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 623; R. Lévy, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 882.

(3) W. Riemann et S. Lindenbaum, *Anal. Chem.* 24, 1952, p. 1199.

(4) *Mikrochem*, 36-37, 1951, p. 652.

(5) L. W. Cumming et B. Rhodes, *Jour. Pharm. Pharmacol.*, 4, 1952, p. 319; G. Mahr et W. Brömer, *Z. Anal. chem.*, 135, 1952, p. 107.

chlore est plus faible à froid qu'à l'ébullition et c'est à froid que nous avons poursuivi nos expériences.

III. Nous avons étudié l'oxydation nitrique de l'acide bromhydrique, soit en récipient ouvert, laissant au brome le soin de s'évaporer spontanément, soit dans des barboteurs parcourus par un courant d'air ou d'hydrogène. Nous observons des différences dans la vitesse d'oxydation : les traces d'oxydes d'azote accélèrent considérablement le phénomène en récipient ouvert, alors que leur élimination par barbotage le ralentit et parfois l'interrompt.

IV. L'élimination spontanée du brome demande plusieurs jours, même en récipient ouvert. Nous avons donc utilisé l'observation précédente en accélérant l'oxydation par addition de nitrite de sodium. Nous observons les mêmes phénomènes que ci-dessus pour l'influence de la concentration de l'acide et pour l'existence d'une « concentration critique », que nous opérions en milieu nitrique, sulfurique ou perchlorique.

V. Nous avons donc renoncé à trouver des conditions dans lesquelles le brome soit chassé, l'ion chlore restant intact. Pour des concentrations initiales de 6,62 N en $NO_3H$ et 0,435 N en $NO_2Na$, le brome est totalement éliminé par 45 mn de barbotage, mais du chlore est également chassé. Un deuxième barboteur renfermant $NO_3H$ à la même concentration retient la presque totalité du chlore entraîné. Pour les très fortes concentrations initiales, un troisième et un quatrième barboteur peuvent s'avérer utiles. C'est ainsi que partant de 5 cm³ ClNa 4,75 N, nous retrouvons dans la série des barboteurs : 213,20-21,80-1,80-0,16 et 0 ml N/10, soit en tout 236,96 ml (Théorie 237,5).

VI. Le brome traverse intégralement toute cette série de barboteurs. Il est absorbé par une solution de sulfite de sodium contenue dans le barboteur suivant.

L'iode, qui est le premier halogène libéré, traverse les barboteurs à $NO_3H$ et celui à $SO_3Na_2$. Il est absorbé par HONa ou par l'eau de brome.

VII. Les halogènes ainsi séparés peuvent être dosés par les méthodes classiques appropriées.

Le mode opératoire que nous préconisons consiste donc à employer une série de barboteurs, parcourus par un courant d'air (air comprimé ou aspiration à la trompe). Le premier reçoit 4 cm³ de la solution à analyser, additionnée de 1 cm³ de $NO_2Na$ à 30 %, puis de 5 cm³ $NO_3H$ $d = 1,38$-13,24 N. Les quatre suivants (réduire le nombre pour les teneurs modérées en chlorures) sont garnis de $NO_3H$ 6,62 N, l'avant dernier de $SO_3Na_2$ à 10 % et le dernier de soude à 10 %.

Les résultats suivants ont été obtenus en dosant par argentimétrie le chlore dans les liqueurs nitriques réunies, le brome dans le sulfite et l'iode dans la soude.

| *Composition du mélange initial.* | | | *Résultats de l'analyse.* | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Cl | Br | I | Cl | Br | I |
| 1 ml N/50 | 2 ml N/50 | 1 ml N/50 | 0,99 ml N/50 | 2,01 ml N/50 | 1,00 ml N/50 |
| 2 » N/10 | 1 » N/10 | 1 » N/10 | 1,98 » N/10 | 0,99 » N/10 | 1,01 » N/10 |
| 4 » N/10 | 0,4 » N/100 | – | 3,97 » N/10 | 0,40 » N/100 | – |
| 0,4 » N/100 | 4 » N/10 | – | 0,44 » N/100 | 4,01 » N/10 | – |
| 1 » N/10 | 2 » 1,984 N | 1 » N/50 | 1,01 » N/10 | 39,60 » N/10 | 1,02 » N/50 |
| 2 » 4,75 N | 1 » N/10 | 1 » N/10 | 95,08 » N/10 | 1,01 » N/10 | 1,005 » N/10 |

MÉTALLOGRAPHIE. — *Étude par diffraction électronique de la formation de cristaux uniques d'alliages aluminium-cuivre par chauffage dans le vide.* Note (*) de MM. **Noboru Takahashi** et **Jean-Jacques Trillat**, présentée par M. Pierre Chevenard.

En chauffant dans le vide un film composite d'aluminium et de cuivre et en enregistrant les modifications des diagrammes de diffraction électronique en fonction de la température, il est possible de suivre l'apparition et la transformation de certaines phases des alliages Al-Cu à l'état monocristallin. Un ordre de grandeur de la constante de diffusion peut être tiré de ces expériences.

Dans des travaux antérieurs, [1] nous avons étudié par diffraction électronique la structure des différents alliages aluminium-cuivre et montré que cette méthode permet de suivre l'apparition et les transformations des diverses phases par chauffage dans le vide.

En modifiant légèrement la technique de préparation, il est possible d'obtenir des cristaux d'alliages de dimensions suffisantes (de l'ordre de quelques microns) pour donner lieu, en diffraction électronique, à des diagrammes de cristaux uniques. Le film composite initial est obtenu simplement en évaporant successivement dans le vide, à partir du même point, des quantités connues des deux métaux et en condensant les vapeurs sur un support très mince de collodion à température ambiante. Dans ces conditions, les deux couches superposées Al et Cu donnent lieu à un diagramme de Debye-Scherrer correspondant aux deux métaux (*fig.* 1).

Si l'on chauffe une telle préparation (obtenue par exemple en évaporant 1 mg Al et 6 mg Cu) dans le corps même du diffractographe électronique, la diffusion des atomes des deux couches conduit à l'apparition de petits cristaux d'alliage et même de monocristaux; la vitesse de montée en température, la

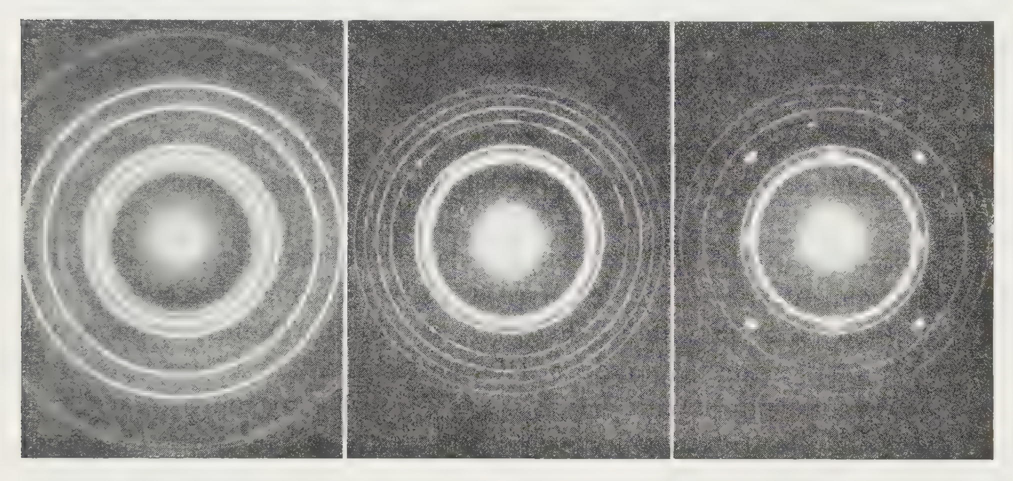
---

(*) Séance du 9 novembre 1953.

(1) J. J. Trillat et N. Takahashi, *Comptes rendus*, **235**, 1952, p. 1306 et **236**, 1953, p. 790; N. Takahashi, J. J. Trillat et A. Saulnier, *Métaux, Corrosion, Industrie*, n° **333**, 28, 1953, p. 185-202.

durée du chauffage, l'épaisseur du film, jouent naturellement un rôle important.

Ainsi, le cliché 2, obtenu par chauffage de la préparation précédente (cliché 1) à 450°C, montre, outre le cuivre en excès (anneaux), la présence de deux monocristaux du composé quadratique Cu $Al_2$; leurs plans (001) sont toujours orientés parallèlement au support. Si l'on continue à élever la température, il apparaît une autre phase, Cu Al, de structure cubique de type Cs Cl, comme nous l'avons déjà montré ([2]). Le cliché 3 montre le diagramme de cette phase, observée à 500°C, superposé aux anneaux du cuivre en excès; ici encore, le plan (001) de Cu Al est parallèle au support.



Cliché 1. Cliché 2. Cliché 3.

Dans les cas où l'on observe l'apparition de mono-cristaux de Cu $Al_2$, il apparaît souvent, simultanément, des anneaux ponctués qui semblent provenir de la phase θ' et qui disparaissent lorsque le film d'alliage atteint le domaine du diagramme d'équilibre où la proportion pondérale d'aluminium dépasse 46 %.

La transformation $CuAl_2 \rightarrow CuAl$ correspond aux orientations cristallines suivantes :

(001) $CuAl_2$ parallèle à (001) CuAl et [100] $CuAl_2$ parallèle à [100] CuAl.

On peut expliquer ce résultat en émettant l'hypothèse que les atomes de Cu se disposent dans la maille élémentaire de $CuAl_2$ en donnant une solution solide interstitielle.

Cette méthode permet de suivre d'une façon assez détaillée l'évolution par diffusion des phases successives; en mesurant le temps nécessaire pour qu'une

---

([2]) J.-J. Trillat et N. Takahashi, *Comptes rendus*, **236**, 1953, p. 2245.

phase déterminée apparaisse à partir de l'état initial (superposition des deux métaux), on a la possibilité de déterminer la constante de diffusion. Nous indiquerons ultérieurement le détail de ces mesures.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Sur la présence de micro-domaines d'attaque privilégiée dans une solution solide polycristalline cuivre-zinc très faiblement déformée par traction.* Note (*) de M. **Pierre-A. Jacquet**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Après traction sans allongement appréciable d'une éprouvette de laiton 65/35 recuit, les lignes de glissement à peine visibles sur la surface polie électrolytiquement sont révélées par une attaque spéciale sous forme d'alignements plus ou moins continus de points mesurant 0,07 à 0,5 $\mu$. Cet effet, qui se retrouve encore très loin sous la surface, traduirait la distribution de certaines dislocations.

La technique micrographique décrite antérieurement [1] a été utilisée pour étudier la microstructure du laiton $\alpha$ déformé par traction sous très faibles charges.

Les microéprouvettes sont découpées dans une planche laminée à froid de 6,9 à 1 mm, titrant 64,5 % de cuivre et 35,5 % de zinc, avec comme seules impuretés 0,07 % de fer et moins de 0,02 % de plomb. Toutes les précautions sont prises pour éviter la moindre déformation pendant le recuit de 1 h 30 à 600°, nécessaire pour obtenir des grains de grosseur moyenne 0,04-0,08 mm. Après polissage électrolytique les éprouvettes sont chargées en traction entre 1 et 4,5 kg/mm².

Sous des charges inférieures à 3 kg/mm² les lignes de glissement sont rares et localisées dans quelques grains. A partir de 3-3,5 kg/mm² elles augmentent en nombre et envahissent tous les grains. Le début de l'allongement mesurable se situe autour de 4,5 kg/mm².

Le traitement anodique de la surface, dans la solution d'hyposulfite de sodium à 0,2 % pendant 60 s avec 1 A/dm², produit simultanément une mince pellicule colorée et une attaque sélective des contours de grains et des lignes de glissement éventuelles. Pour étudier cette attaque il est préférable de dissoudre la pellicule dans ClH. On constate alors que, quelle que soit la charge :

1° Les glissements, qui apparaîssaient avant l'attaque comme des lignes continues, sont marqués maintenant par des alignements de points distincts, localisés en certaines régions et dont la concentration, en général plus accentuée au voisinage des joints, peut varier beaucoup d'un grain à un autre. Il est important de souligner qu'un second traitement anodique tend seulement à

(*) Séance du 9 novembre 1953.

(1) P.-A. Jacquet, *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 1027, 1439 et 1653; *Revue de Métallurgie*, **47**, 1950, p. 355.

accentuer la taille des points d'attaque sans en faire apparaître de nouveaux, et que, d'autre part, ces points ne se forment jamais en dehors des glissements.

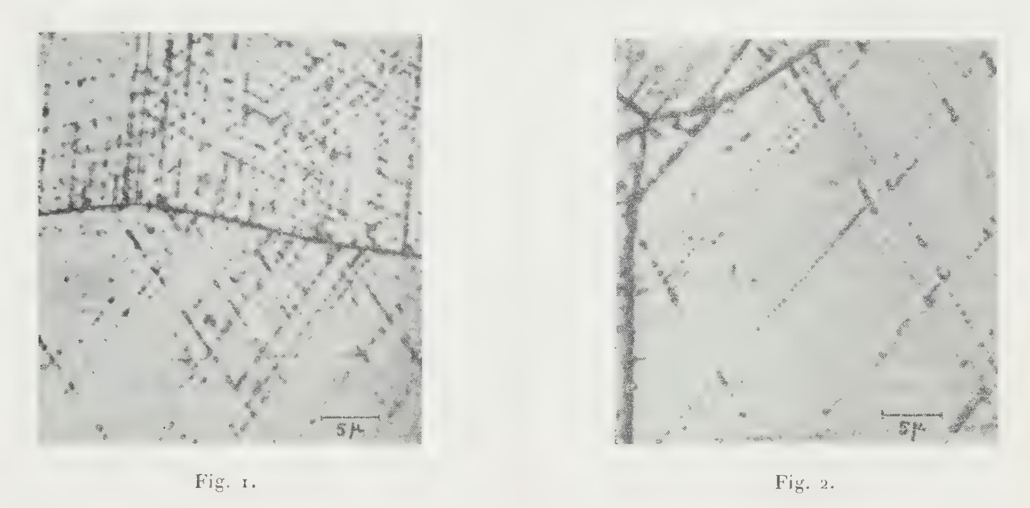


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Attaque de la surface après traction sous 3 kg/mm². (Gr. : 1600).

Fig. 2. — Spécimen de la figure 1. Attaque après dissolution de 0,3 mm. (Gr. : 1600).

2° Des aspects absolument identiques se retrouvent sur les régions sous-jacentes mises à nu par polissage électrolytique. L'exploration n'a pas été poursuivie au-delà de 0,3 mm sous la surface; mais, à ce niveau, les caractéristiques ne montrent aucun signe d'évolution (*fig.* 1 et 2).

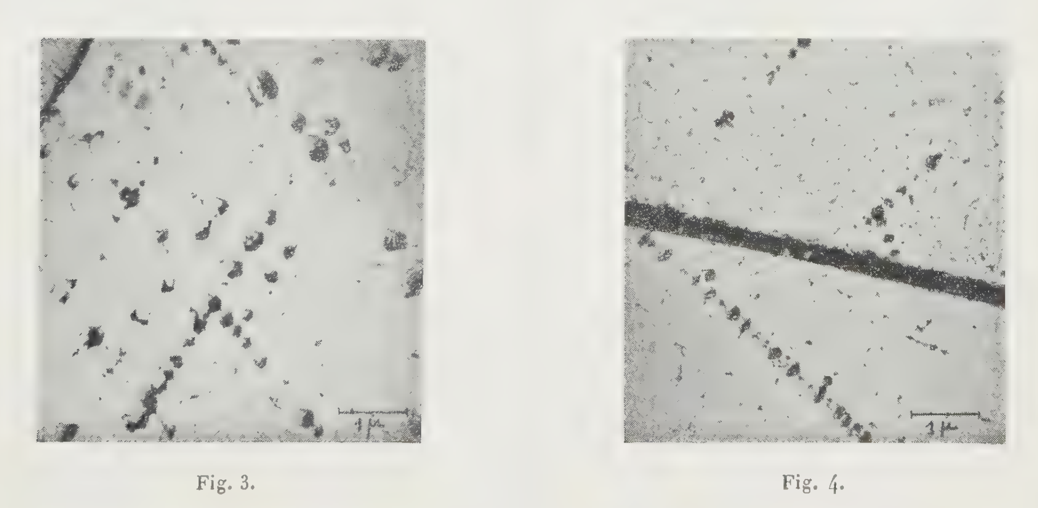


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 3. — Micrographie électronique (méthode à l'empreinte d'aluminium évaporé) du spécimen de la figure 1. (Gr. : 9000).

Fig. 4. — Autre endroit du spécimen figure 3. (Gr. : 9000).

3° Le microscope électronique confirme la localisation des points d'attaque, précise leur forme, assimilable à des cubes d'inclinaison variable, et leur taille

de l'ordre de 0,07 à 0,5 μ (*fig.* 3 et 4). En outre, la matrice présente souvent une sous-structure striée d'extrême finesse, dont l'orientation, spécifique dans chaque grain, est sensiblement parallèle à l'une des arêtes des figures d'attaque.

Ces résultats prouvent l'existence sur les glissements de très petits domaines possédant une réactivité particulière, qui peut se traduire aussi, ainsi que nous avons pu le constater, vis-à-vis de l'oxydation dans l'air entre 15 et 400°.

S. Amelinckx (²) a signalé la répartition discontinue des figures de corrosion sur les lignes de glissement de l'aluminium et admet que ce phénomène est en relation avec les dislocations. Cependant, le métal est assez fortement déformé et les attaques relativement volumineuses se produisent aussi en dehors des glissements. Or, avec le laiton α déformé sans allongement appréciable, nous observons des domaines d'attaque sélective d'extrême finesse et strictement localisés sur les glissements, à la surface comme dans l'épaisseur de l'éprouvette, ce qui suggère une correspondance plus directe avec la densité de certaines dislocations.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'acide linolénique pur par la méthode de bromuration-débromuration.* Note de M. **Georges N. Catravas**, présentée par M. Marcel Delépine.

En modifiant la méthode de bromuration-débromuration il est possible d'améliorer le rendement du produit final et diminuer le pourcentage des acides isomères qui se forment au cours de cette opération.

La préparation de l'acide linolénique pur suppose la formation de son dérivé hexabromé que l'on sépare de l'acide dibromostéarique et de l'acide tétrabromostéarique grâce à son insolubilité dans l'éther. L'acide linolénique est régénéré par réduction au moyen du zinc au sein de l'éthanol (¹), (²), (³).

Matthews et ses collaborateurs (⁴) ont constaté que l'acide linolénique obtenu par cette méthode contient des quantités considérables d'acides isomères qui dans les meilleures conditions de préparation ne représentent pas moins de 15 à 20 %. Ces acides isomères, d'après les mêmes chercheurs sont considérés comme des stéréoisomères du type « *trans* », et l'on admet qu'ils se forment au cours de l'opération de débromuration; ils sont donc

---

(²) *Phil. Mag.*, 44, 1953, p. 1048.

(¹) J. B. Brown et J. Frankel, *J. Amer. Chem. Soc.*, 60, 1938, p. 54.

(²) R. W. Riemenschneider, D. H. Wheeler et C. E. Sando, *J. Biol. Chem.*, 127, 1939, p. 391.

(³) J. P. Kass, W. O. Lundberg et G. O. Burr, *Oil and Soap*, 17, 1940, p. 50.

(⁴) N. L. Matthews, W. Brode et J. B. Brown, *J. Amer. Chem. Soc.*, 63, 1941, p. 1064.

différents des acides naturels, qui d'après Mc Cutcheon [5] sont du type « *cis* ».

En appliquant la méthode de bromuration-débromuration pour la préparation de l'acide linolénique pur, nous avons constaté que si l'on abaisse la température de débromuration en utilisant l'acétone au lieu de l'éthanol ou du méthanol [4] comme solvant pour disperser l'hexabromure, on obtient une amélioration du rendement (celui-ci s'élève à 95 % environ pour un produit dont l'indice d'iode (Wijs) est 272,5 au lieu de 273,8 donné par la théorie), et on constate une diminution remarquable des stéréoisomères qui se forment généralement au cours de cette opération. Un autre avantage de cette modification est que, pratiquement, il n'y a pas de formation d'esters éthyliques ou méthyliques au cours de la réaction, tandis que quand on utilise l'éthanol ou le méthanol on obtient surtout un mélange d'acides estérifiés et de savons de zinc.

*Mode opératoire.* — L'hexabromure, purifié par recristallisation dans le toluène (point de fusion 182,5-183° C) est réduit en poudre fine et mélangé dans un ballon coiffé d'un réfrigérant à reflux, avec de l'acétone déshydratée. On chauffe ensuite le mélange jusqu'au point d'ébullition (bain marie), en agitant au moyen d'un agitateur mécanique pour maintenir l'hexabromure en suspension.

A ce moment on commence à ajouter du zinc en poudre par petites portions tandis que l'agitation est maintenue. La réaction une fois amorcée on peut arrêter le chauffage, car elle est exothermique et elle se poursuit par l'addition de zinc jusqu'à la disparition complète de l'hexabromure. Pendant toute la durée de l'opération on peut ajouter, de temps en temps, quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré pour catalyser la réaction.

On chauffe ensuite sous réfrigérant à reflux la solution acétonique pendant 30 mn, on laisse refroidir et on décante pour éliminer l'excès de zinc. On concentre ensuite la solution, on ajoute une grande quantité d'eau ainsi que de l'acide chlorhydrique pour décomposer les savons de zinc qui ont pu se former au cours de la débromuration et on extrait l'acide linolénique avec de l'éther de pétrole. La couche éthérée est alors soigneusement lavée avec de l'eau distillée, séchée sur du sulfate de sodium anhydre et le solvant est évaporé sous pression réduite dans une atmosphère de gaz carbonique.

L'acide linolénique ainsi régénéré fournit une solution éthylique (acide linolénique 20, alcool 80) qui ne cristallise pas si on la refroidit à — 5° C, tandis que l'acide linolénique régénéré selon le procédé habituel [4] conduit à une solution dans l'éthanol qui, refroidie dans les mêmes conditions fournit un précipité blanc (point de fusion 25-26° C) jusqu'à 50 % constitué

---

([5]) L. W. Mc Cutcheon, M. F. Crawford et H. L. Welsh, *Oil and Soap*, 18, 1941, p. 50.

par un mélange de stéréoisomères probablement du type de l'acide élaïdo-linolénique [6].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la déshydratation de certains alcoyl-1 tétralols-1 et sur la dismutation des dialines qui en dérivent.* Note de M. **Jean Jacques**, présentée par M. Marcel Delépine.

On montre, sur trois exemples, que certains alcoyl-1 tétralols-1 ou les alcoyl-1 dihydro-3.4 naphtalènes qui en dérivent donnent, sous l'action de l'acide formique à chaud, un mélange des naphtalènes et des tétralines correspondants. Cette dismutation des dialines étudiées est également catalysée par le nickel-Raney.

On admet que lorsqu'on déshydrate les alcoyl-1 tétralols-1 du type (I) (obtenus par action d'un organo-magnésien sur une α tétralone) il se forme des dihydro-3.4 naphtalènes du type (II), suivant la réaction *a*.

(I) → (II) $+ H_2O$

(I *a*), (II *a*) : R′ = H; R = $CH_3$
(I *b*), (II *b*) : R′ = $OCH_3$; R = $CH_3$
(I *c*), (II *c*) : R′ = $OCH_3$; R = $C_2H_5$

Réaction *a*.

Cette réaction n'est cependant simple qu'en apparence. C'est ainsi qu'on a signalé qu'elle donne également naissance, dans le cas souvent étudié [1] du méthyl-1 tétralol-1, à du méthyl-1 naphtalène. Afin d'éviter cette réaction secondaire la plupart des déshydratants classiques ont été essayés, avec un succès toujours relatif.

Ayant eu incidemment à revenir sur cette réaction, j'ai pu faire quelques constatations qui, semble-t-il, expliquent certaines des difficultés rencontrées et qui permettront sans doute d'envisager la préparation des dihydronaphtalènes du type II avec plus de sûreté.

Mes observations sont les suivantes :

I. La déshydratation des tétralols du type I se déroule normalement suivant la réaction *a* lorsqu'on les chauffe vers 200° en l'absence de tout déshydratant.

II. Les alcoyl-1 dihydro-3.4 naphtalènes obtenus, chauffés avec l'acide formique ou le bisulfate de potassium se dismutent plus ou moins complètement

---

(6) J. P. Kass, J. Nichols et G. O. Burr, *J. Amer. Chem. Soc.*, **63**, 1941, p. 1060.

(1) V. Auwers, *Ber. dsch. Chem. Ges.*, 58, 1925, p. 151; Hock et Lang, *ibid.*, 75, 1942, p. 300-309; English et Cavaglieri, *J. Am. Chem. Soc.*, 65, 1943, p. 1089.

en tétralines et en naphtalènes suivant la réaction *b* :

(II) → (III) + (IV)

Réaction *b*.

On conçoit dès lors que la plupart des auteurs qui reproduisent la réaction *a* en présence des déshydratants classiques aient eu entre les mains, la plupart du temps, des mélanges des corps (II), (III) et (IV) et parfois même exclusivement (III) et (IV).

III. Enfin cette réaction de dismutation s'effectue aisément à froid en présence de nickel-Raney.

Ces conclusions sont étayées par un certain nombre d'expériences dont je ne résumerai ici que les plus caractéristiques :

1° Le méthyl-1 dihydro-3.4 naphtalène II*a* ($É_{18}$ 111,5-112°,5; $n_D^{20}$ 1,5775), le méthoxy-6 méthyl-1 dihydro-3.4 naphtalène II*b* ($É_{17}$ 149-150°; $n_D^{19}$ 1,5810) (2) et le méthoxy-6 éthyl-1 dihydro-3.4 naphtalène II*c* ($É_{20}$ 162°; $n_D^{20}$ 1,5737) (3) préparés par chauffage du carbinol correspondant, puis rectification sous vide ne donnent aucun précipité avec une solution saturée d'acide picrique. Les spectres U. V. de ces trois dialines présentent un maximum net vers 2600-2700 Å, pour lesquels log ε est d'environ 4-4,1 (ce qui est très supérieur à ce qu'on observe pour les tétralines ou naphtalènes correspondants).

2° La déshydratation du méthoxy-6 méthyl-1 tétralol-1 I*b* brut, par chauffage à 100° pendant 30 mn avec quatre fois son poids d'acide formique, donne un mélange bouillant sur un intervalle de 20°. Ce mélange brut, traité par l'acide picrique, fournit un picrate (F 105° inst.) dont on régénère le carbure naphtalénique ($É_{17}$ 156-157°; F 48°) (4). La fraction ne donnant pas de picrate est constituée par du méthoxy-6 méthyl-1 tétrahydro-1.2.3.4 naphtalène ($É_{17}$ 137-137°,5; $n_D^{20}$ 1,5420). Les rendements pour ces deux produits purs sont respectivement de 39 et de 37 % à partir de la méthoxy-6 tétralone-1.

3° 2 g de produit II*c* pur, chauffés avec trois fois son poids d'acide formique à reflux pendant 1 h, donnent après traitement par l'acide picrique 0,78 g de méthoxy-6 éthyl-1 naphtalène cristallisé (F 57-58°) (3) et 1,1 g de tétraline correspondante ($n_D^{19}$ 1,544).

4° Le même produit II*c* chauffé à 125° avec la moitié de son poids de bisul-

(2) MOLHO et MENTZER, *Bull. Soc. Chim.*, 18, 1951, p. 544.

(3) BUCHTA et BAYER, *Ann. der Chemie*, 580, 1953, p. 122.

(4) HABERLAND, *Ber. dsch. Chem. Ges.*, 69, 1936, p. 1384.

fate de potassium pendant 2 h fournit une quantité notable de picrate naphtalénique : dans ces conditions très douces de déshydratation la dismutation affecte environ le quart de la dialine mise en œuvre.

5° 3 g de II*a* en solution alcoolique sont hydrogénés en présence de 0,3 g de Ni-Raney. En 1 h, à la température ordinaire, la fixation cesse pour la moitié de l'hydrogène théorique. On isole facilement le picrate du méthyl-1 naphtalène.

Si la réaction *b* en présence d'acide formique présente un caractère de généralité (ce qu'il faudra vérifier sur des exemples plus nombreux et plus divers), on devra sans doute réviser un certain nombre de données chimiques et spectrales concernant les dialines préparées dans ces conditions. D'ores et déjà dans deux des cas étudiés ici (II*a* et II*b*) certains faits rapportés sont à rectifier ([2]), ([5]).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques cétones éthyléniques obtenues par condensation Claisen à partir du furfural et de la thiophénealdéhyde.* Note de M. **Robert Pallaud** et M[lle] **Françoise Delaveau**, présentée par M. Maurice Javillier.

En utilisant l'amidure de sodium, Haller et Wolf ([1]) ont préparé quelques cétones éthyléniques dérivées du furfural. Nous avons déjà décrit plusieurs composés analogues ([2]), mais l'agent de condensation était soit une solution sodique diluée, soit une solution d'éthylate de sodium dans l'alcool absolu. Dans le présent travail nous avons établi que ce dernier mode de préparation s'applique aussi bien aux furfurylidène cétones qu'aux thienylidène cétones. En outre l'étude de ces réactions nous a conduit à formuler les observations suivantes :

*a*. Elles s'effectuent sans difficulté; de très faibles quantités de l'agent de condensation suffisent pour déclencher la réaction, souvent exothermique.

*b*. Les produits obtenus cristallisent facilement dans un mélange à parties égales d'alcool éthylique et d'acétate d'éthyle. Les rendements en général sont excellents, parfois voisins de la théorie. Les solutions sulfuriques présentent des colorations rouge violet.

*c*. Les cétones éthyléniques ainsi obtenues accusent un empêchement stérique très notable.

*d*. L'hydrogénation au moyen du nickel Raney des furfurylidène cétones conduit aux alcools secondaires saturés correspondants.

---

([5]) Ramart-Lucas et Hoch, *Bull. Soc. Chim.*, 5, 1938, p. 860 (spectre U. V. du méthyl-1 dihydro-3.4 naphtalène).

([1]) *Comptes rendus*, 172, 1921, p. 1357; 174, 1922, p. 1469.

([2]) *Bull. Soc. Chim.*, 19, 1952 p. 741.

Nous avons préparé les corps suivants :

*Furfurylidène α-naphtyl-méthylcétone* $C_{17}H_{12}O_2$; P. M. 248. — Liquide jaune pâle, brunissant rapidement à la lumière, répondant aux caractéristiques suivantes : $d_{16}$ 1,301, $n_D^{16}$ 1,606, $É_{16\,mm}$ 204-205°; calculé %, C 82,25; H 4,83; trouvé %, C 81,92; H 5,01; Rdt : 68 %.

*Furfurylidène β-naphtyl-méthylcétone* $C_{17}H_{12}O_2$; P. M. 248. — Cristaux jaune paille, aisément solubles dans le benzène, l'acétate d'éthyle et le dioxane, peu solubles dans l'alcool méthylique et l'alcool éthylique. F 86°. Calculé %, C 82,25; H 4,83; trouvé %, C 81,95; H 4,80 %. Coloration rouge avec l'acide sulfurique concentré, Rdt : 85 %.

*Furfurylidène para-phénylacétophénone* $C_{19}H_{14}O_2$; P. M. 274. — Paillettes jaunes, peu solubles dans l'alcool à chaud, facilement solubles a froid dans le dioxane et le benzène, F 134-135° : calculé %, C 83,21; H 5,11; trouvé %, C 82,88; H 5,20, Rdt 50 %.

*Furfurylidène acétothiénone* $C_{11}H_8O_2S$; P. M. 204. — Cristaux jaunes, solubles dans un mélange à parties égales d'alcool éthylique et d'acétate d'éthyle, F 69-70° : calculé %, C 64,70; H 3,92; S 15,68; trouvé %, C 64,50; H 3,52; S 15,59. L'acide sulfurique donne une coloration rouge brun, Rdt 45 %.

*Dithiénylidène cyclopentanone* $C_{15}H_{12}OS_2$; P. M. 272. — Paillettes jaunes, solubles dans le chloroforme et l'acétate d'éthyle, peu solubles dans l'alcool méthylique, l'alcool éthylique et le tétrachlorure de carbone, F 230-231° : calculé %, C 66,17; H 4,41; S 23,53; trouvé % C 66,23; H 4,43; S 23,29. La solution sulfurique présente une coloration violette, Rdt 48 %.

*Dithiénylidène cyclohexanone* $C_{16}H_{14}OS_2$; P. M. 286. — Cristaux jaunes, solubles dans l'acétate d'éthyle, l'acétone et le chloroforme, F 160° : calculé %, C 67,13; H 4,89; S 22,37; trouvé %, C 67,08; H 5,01; S 21,92. Même coloration avec l'acide sulfurique, Rdt 51 %.

*Dithiénylidène cycloheptanone* $C_{17}H_{16}OS_2$; P. M. 300. — Cristaux jaunes brillants, très solubles dans le chloroforme et l'acétate d'éthyle, F 154° : calculé %, C 68; H 5,53; S 21,33; trouvé %, C 67,85; H 5,38; S 21,21. L'acide sulfurique concentré donne avec cette substance une coloration rouge violacé, Rdt 48 %.

*Thiénylidène α naphtylméthylcétone* $C_{17}H_{12}OS$; P. M. 264. — Cristaux jaune pâle, très altérables à la lumière, solubles dans l'acétate d'éthyle, le chloroforme. En présence d'acide sulfurique, on obtient une solution rouge. Calculé %, C 77,27; H 4,54; S 12,12; trouvé %, C 77,15; H 4,59; S 12,12. Rdt : 45 %.

*Thiénylidène β naphtylméthylcétone* $C_{17}H_{12}O_2S$; P. M. 264. — Cristaux jaunes, présentant les mêmes caractères de solubilité que la furfurylidène-naphtylméthylcétone, F 98-99°. Calculé %, C 77,27; H 4,54; S 12,12;

trouvé %, C 77,05; H 4,61; S 11,9. L'acide sulfurique concentré donne une coloration rouge foncé. Rdt : 57 %.

*Thiénylidène acétothiénone* $C_{11}H_8O_2S_2$; P. M. 220. — Cristaux jaune pâle, solubles dans l'acétate d'éthyle et le chloroforme, F 100-101°. Calculé %, C 60,00; H 3,63; S 30,37; trouvé %, C 60,27; H 3,61; S 29,58. La solution sulfurique est colorée en rouge brun. Rdt : 90 %.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les réactions primaires de la thermolyse du cyclohexène.* Note (*) de MM. **Alfred Maillard** et **Lucien Golder**, présentée par M. Louis Hackspill.

L'étude des réactions primaires de la thermolyse du cyclohexène (tétrahydrobenzène) entre 300 et 420°, sous différentes pressions, a montré que ces réactions sont freinées par une pression élevée et que leur allure dépend de la nature des substances de contact. L'acier au chrome favorise la formation d'oléfines. Quelques réactions primaires ont pu être précisées.

Le cyclohexène utilisé a été obtenu par déshydratation du cyclohexanol en présence d'acide phosphorique. Les caractéristiques du produit obtenu (redistillé) sont les suivantes : É 82-83°; $n_D^{20}$ 1,4448; I. I. 296; voisines de celles données par les tables pour le produit pur [respectivement 83°, 1,4450 et 310 (théorique)].

Les essais ont été effectués, pour la plupart, en autoclave, en présence ou non de silicagel comme substance de contact.

La méthode par circulation de vapeurs de cyclohexène dans un tube chauffé à la température voulue ne permet pas un travail sûr. Même avec un faible débit (20 g/h et cm² de section de four), on a une dissociation complète d'une très faible partie du produit, tout le reste traversant le four sans subir de changement. Les indications suivantes ont été fournies par cette méthode de travail :

Au-dessous de 300° on n'observe d'autre transformation qu'une très légère déshydrogénation. Au-dessus de cette température il y a aussi formation d'éthane et de méthane (350°).

*Les essais sous pression* ont consisté à chauffer le cyclohexène en autoclave, aux températures les plus basses où la transformation est sensible. Deux autoclaves ont été utilisés, l'un en acier au carbone, l'autre en acier ($V_4$ A) au chrome. En opérant ainsi, tous les produits de réaction peuvent être recueillis, et il devient possible de dresser un bilan quantitatif. Les gaz sont mesurés et analysés; le liquide est fractionné et les fractions les plus importantes analysées.

(*) Séance du 9 novembre 1953.

Les principaux résultats de ces essais sont groupés dans le tableau ci-dessous, dont on peut tirer les conclusions suivantes :

1. La thermolyse est très nettement retardée par l'action de la pression; à 350° on n'observe pas encore la formation d'hydrocarbures légers et dans tout le domaine exploré on n'a pu constater la formation de méthane.

En présence de silice, lorsque la température s'élève, la quantité de produits légers diminue, celle des produits lourds augmente et le degré de non-saturation des différentes fractions diminue.

L'étude de l'influence de la substance de contact se rapporte à 420°. A cette température la silice semble être sans grande influence, tant au point de vue ordre d'importance des différentes fractions, qu'à celui de leurs degrés de non-saturation respectifs. La nature de l'acier, par contre, joue un rôle nettement plus prononcé; l'importance des différentes fractions est changée et surtout le degré de non-saturation des fractions correspondantes est d'ordre de grandeur différent : l'autoclave en acier au chrome conduit à un produit nettement moins saturé que l'autoclave en acier au carbone.

La composition de quelques-unes des fractions liquides a pu être déterminée. Voici à titre d'exemple les résultats relatifs aux fractions 80-90° et 230-240° d'un essai à 420° (autoclave acier $V_4$ A, sans $Si_2O$).

| Conditions | Fractions (C°.) | Indice d'iode des fractions. | Indice de réfraction. | Importance des fractions (%). | Composition du gaz (%). |
|---|---|---|---|---|---|
| 350°, autoclave acier au carbone, contact $SiO_2$... | 80- 90 | 284 | 1,4450 | 63 | $H_2$ 100 |
| | 90-210 | 230 | 1,4800 | 10,5 | |
| | 210-240 | 175 | 1,4970 | 10,5 | |
| | résidu | – | – | 16 | |
| 420°, autres conditions non changées.............. | 80- 90 | 84 | 1,4375 | 53 | $H_2$ 40 |
| | 90-210 | 79 | 1,4800 | 6 | $C_2H_6$ 60 |
| | 210-240 | 72 | 1,4930 | 17,5 | |
| | 240-260 | 52 | 1,5106 | 14,5 | |
| | résidu | – | – | 9 | |
| 420°, sans $SiO_2$, autres conditions non changées. | 80 -90 | 70 | 1,4380 | 55,5 | $H_2$ 35 |
| | 90-210 | 60 | 1,4791 | 14 | $C_2H_6$ 65 |
| | 210-240 | 36 | 1,5012 | 22 | |
| | résidu | – | – | 8,5 | |
| 420°, autoclave acier au chrome, sans $SiO_2$..... | 80- 90 | 198 | 1,4426 | 62 | $H_2$ 75 |
| | 90-210 | 158 | 1,4636 | 7,2 | $C_2H_6$ 25 |
| | 210-230 | 101 | 1,4944 | 10,3 | |
| | 230-240 | 79 | 1,5001 | 10,3 | |
| | résidu | – | – | 10,2 | |

La première de ces fractions contient des oléfines (60 %) constitués en grande partie par du cyclohexène, du benzène (6 %) et du cyclo-

hexane (34 %). La fraction 230-240° est un mélange d'oléfines (25 %) et de dérivés bicycliques dont le plus important est le phénylcyclohexane (environ 65 %).

On peut donc admettre que parmi l'ensemble des réactions de la thermolyse, les suivantes sont sûres :

— déshydrogénation du cyclohexène avec formation de benzène;

— hydrogénation du cyclohexène avec formation de cyclohexane;

— combinaison du cyclohexène avec le benzène, avec formation de phénylcyclohexane.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence, au Brésil, de roches du type « charnockite ».* Note (*) de M. **Boris Brajnikov**, transmise par M. Charles Mauguin.

Au cours de nos études géologiques dans l'État d'Espirito Santo (Brésil), nous avons pu constater la présence, en de nombreuses localités, de roches qui par leur composition minéralogique se rapprochent des charnockites, roches connues des régions les plus diverses du monde, mais jamais signalées au Brésil, du moins à notre connaissance. Nous ne pouvons affirmer l'identité des roches brésiliennes avec les charnockites classiques des Indes, par carence du matériel de comparaison, mais leur constitution minéralogique en est certainement très voisine; comme d'autre part, ce sont indubitablement des roches métamorphiques, nous avons préféré leur réserver le nom de *charnockite-gneiss*, afin d'éviter des discussions de nomenclature.

Les charnockite-gneiss se retrouvent, plus ou moins abondants, sur tout le territoire de l'État d'Espirito Santo; en outre, une excursion rapide par le bassin du rio Doce, nous a révélé leur présence dans la région du haut et moyen rio Doce (État de Minas Gerais), c'est-à-dire sur toute la largeur du Massif Côtier, tel que nous l'avons défini (1). Il est légitime de supposer qu'en réalité l'aire de répartition de ces roches est beaucoup plus vaste et qu'elle dépasse largement, dans le sens du méridien, les limites d'Espirito Santo. Par contre, les affleurements mêmes des charnockite-gneiss sont, en général, très réduits en dimensions : ce sont plutôt des pointements ne dépassant guère 1 km de diamètre. Toutefois, ces pointements sont souvent assez serrés les uns à côté des autres et il est possible qu'ils se rejoignent par leur base, constituant ainsi des massifs de dimensions appréciables.

L'association minéralogique fondamentale et constante est formée de plagioclases (le plus souvent à 60-65 % Ab) et d'orthose (ou de microcline),

(*) Séance du 9 novembre 1953.

(1) B. Brajnikov, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5e série, 18, 1948, p. 161.

l'un ou l'autre pouvant être dominant; de biotite et d'hypersthène. Cette dernière, rarement abondante, peut être accompagnée de clinopyroxène. Le quartz et la hornblende (généralement de teinte bleutée et fortement pléochroïque) sont fréquents, parfois abondants, mais très inconstants et peuvent manquer totalement. Le grenat, l'apatite et la magnétite (ou l'ilménite) sont des accessoires normaux. Nous estimons, que les rapports entre le plagioclase et l'orthose sont particulièrement instructifs et importants pour l'interprétation correcte du mode de formation de ces roches, et nos études pétrographiques démontrent nous semble-t-il sans ambiguïté, que l'*orthose remplace progressivement le plagioclase.* La présence de l'antiperthite dans le plagioclase (stade initial), comme celle de la microperthite dans l'orthose (stade final), ne doivent pas être interprétées comme résultant de la démixion, mais bien de la *substitution* graduelle, tous les termes de passage pouvant être observés ([2]).

Sur le terrain, les charnockite-gneiss sont invariablement et intimement associés aux norites (gneiss), dont la haute teneur en plagioclases (souvent voisine de 70 % en volume) les rapproche des anorthosites. En somme, les charnockite-gneiss se présentent comme un facies local des norites, là où celles-ci sont abondamment recoupées par des veines de pegmatites (à orthose).

En résumé : *les charnockite-gneiss du Brésil atlantique résultent de la granitisation* (kalification et silicification) *de roches du type norite préexistantes.* L'âge de cette granitisation ne peut encore être défini avec précision; nous admettons, jusqu'à plus ample information, qu'il se situe entre le Précambrien supérieur et le Dévonien inférieur, telles sont du moins les indications fournies par les minéraux radioactifs, possiblement liés à cette phase de granitisation.

Notre interprétation de l'origine des charnockite-gneiss du Brésil est ainsi très voisine de celles proposées par divers auteurs, et dont une revue a été donnée dans un Mémoire récent par P. Quensel ([3]). Nous estimons, toutefois, que pour nos roches il n'y a pas lieu de supposer des conditions exceptionnelles de métamorphisme dans des régions extrêmement profondes de l'écorce terrestre (plutométamorphisme), ainsi que le veulent de nombreux auteurs. La tendance générale qui se laisse déduire de l'étude micrographique de charnockite-gneiss n'est en aucun cas vers la contraction

---

([2]) Il n'y a pas la place ici d'entrer dans les détails de la transformation de l'ensemble de la roche, que nous avons décrits dans un mémoire plus complet : B. Brajnikov, *Matériaux pour servir à la Carte Géologique de l'État d'Espirito Santo.* V. I, 1953. Rapport sur la campagne août-septembre 1952, présenté à M. Jones dos Santos Neves, Gouverneur de l'État d'Espirito Santo (sous presse).

([3]) P. Quensel, *Arkiv. f. Miner. och Geol,* B. I., Nr 10, Stockholm, 1951.

du volume de la roche; tandis que le phénomène majeur, la granitisation, s'accompagne, comme tout porte à le croire, d'une augmentation du volume rocheux ([4]).

GÉOLOGIE. — *Structure de l'unité* A *de la zone sub-bibanique* (*Algérie*). Note de M. **André Caire**, transmise par M. Pierre Pruvost.

J'avais distingué, au cours de mes premières études dans la région de Mansourah ([1]), trois grandes unités de recouvrement : unité inférieure A, dépourvue de Trias; unité moyenne B, reposant sur une lame de Trias tardivement replissée; unité supérieure C, formée de Medjanien avec ou sans Sénonien, et reposant sur une surface d'érosion par l'intermédiaire d'une lame de Trias d'épaisseur irrégulière.

L'unité A, très continue d'Est en Ouest, montre un développement transversal variable. En effet, l'autochtone a subi d'importantes dislocations après le glissement de cette unité.

Le soulèvement irrégulier des compartiments méridionaux (chaîne du Djebel Mansourah) a entraîné une érosion inégale du matériel allochtone. L'unité A occupe ainsi une largeur réduite au Nord du Djebel Mansourah, demi-horst limité au Nord et à l'Ouest par les failles de Mansourah Kbira et d'El Hamra ([2]), et dont la couverture, découpée à l'emporte pièce, a été érodée. A l'Ouest du Djebel Mansourah, l'unité A s'étale vers le Sud entre la faille d'El Hamra et la demi-fenêtre du Djebel Choukchot, massif sub-autochtone renversé au Sud. La largeur de l'unité A se réduit à nouveau au Nord de ce dernier massif, qui est séparé par la faille de Samma d'un vaste compartiment occidental affaissé, dans lequel le matériel allochtone a été conservé. Cet allochtone a enregistré des déformations de l'autochtone, dans la partie occidentale du bombement Kef Kherat-Djebel Choukchot-Chouf el Guiassa ([1]).

Dans le Nord de la zone sub-bibanique, des dislocations profondes ont provoqué la surrection de la chaîne des Azerou, fragment d'autochtone qui apparaît en fenêtre entre les régions des Beni Ouagag et de l'anticlinal de Mzita. Dans ces deux régions, ce sont les déformations de l'autochtone qui sont responsables de la direction aberrante (Sud-Ouest-Nord-Est à Nord-Sud) des plis superficiels.

L'unité A est formée de lames de glissement empilées, qui peuvent déborder l'une sur l'autre. L'une d'entre elles peut arriver au contact de l'autochtone, par biseautage des nappes inférieures, ou écaillage en bordure des failles profondes. D'autre part, les mouvements post-nappes ont produit localement des inversions dans l'ordre de superposition originel. C'est donc par ordre de glissement que je distinguerai les lames suivantes :

---

([4]) B. Brajnikov, *Inst. Tecn. Industr.*, 8, Belo Horizonte (Minas Gerais) 1949.

([1]) A. Caire, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 6, n° 1, 1951, p. 721.

([2]) A. Caire, *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 1666.

1° Miocène inférieur allochtone revêtant divers faciès (en particulier le « faciès Nord » (³). Il affleure principalement entre la Forêt de Batite et l'Oued Krerarib, autour du Kat el Mohrtir et au Nord du Djebel Mansourah. Normalement, il est accompagné de Sénonien néritique qu'il recouvre en faible discordance. Vers le Kat el Melez, il contient des lambeaux de Sénonien glissés dans la mer miocène. Parfois, comme dans les écailles du Chouf el Guiassa, il perce la lame suivante.

2° Sénonien néritique (¹) du type « Forêt de Mansourah », normalement recouvert, en certains points, par le Miocène à faciès Nord. Au Nador (angle Sud-Ouest de la feuille Mansourah), le Nummulitique inférieur s'intercale entre le Sénonien néritique type « Forêt de Mansourah » et le Miocène transgressif, mais on a ici un contact anormal entre Sénonien et Nummulitique. Entre la forêt de Batite et la forêt de Mansourah, les deux premières lames (Miocène et Sénonien néritique) apparaissent en demi-fenêtres, dans l'axe du bombement Forêt de Batite-Chouf el Guiassa. Dans le Selatna et au Nord du Djebel Choukchot, la seconde lame se bisaute. Elle est bien développée à l'Est de Mansourah.

3° Lame formée de Sénonien à faciès Mzita (¹) et d'Éocène (Paléocène à Lutétien supérieur). Le contact de base, souvent difficile à déceler, est localement souligné par des cristaux de gypse. Cette lame comprend tous les affleurements éocènes (Suessonien) indiqués par J. Savornin sur la feuille de Mansourah, exceptés ceux du Nador, du massif d'Harraza et peut-être ceux des Azerou. Cet Éocène montre des variations de faciès qui seront précisées ailleurs. Le Sénonien terminal est seul représenté sur la feuille Mansourah, alors que le Maestrichtien et le Campanien apparaissent dans la même unité sur la feuille Bordj bou Arréridj. Dans l'angle Sud-Ouest de la feuille Mansourah, cette lame se divise à son tour en trois écailles, caractérisées par trois faciès distincts de l'Éocène.

4° Sénonien à faciès Mzita formant une lame septentrionale, irrégulièrement recouverte par les unités B et C et contenant localement du Trias. Sa mise en place est antérieure au déversement de la chaîne des Biban vers le Sud. Cette lame est affectée de plis obliques de part et d'autre de la chaîne des Azerou. Elle est distincte de l'unité B qui s'est écoulée après le glissement de la chaîne des Biban. En effet, l'unité B, comprenant des marnes sénoniennes à boules jaunes, repose au Nord sur le Sénonien redressé de la chaîne des Biban. Dans l'histoire des nappes sud-telliennes, il faut donc l'associer à la nappe medjanienne, qui a glissé par-dessus la chaîne des Biban.

---

(³) L. Glangeaud, A. Ayme, A. Caire, M. Mattauer et P. Muraour, *XIXe Congrès géologique international*, *Mon. rég.* (I), n° 25, 1952, p. 96.

GÉOLOGIE. — *Signification morphologique et stratigraphique des cailloutis pontiens de Bou-Naha (feuilles de Ménerville et Tizi-Ouzou).* Note de MM. **Louis Glangeaud** et **Pierre Muraour**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Sous le nom de poudingues de « Dra Rahmane », la feuille de Tizi-Ouzou (Algérie), figure, dans sa partie nord, des affleurements de poudingues considérés par Ficheur comme d'âge miocène supérieur. Nous avons découvert, sur la feuille de Ménerville, à Bou-Naha, le prolongement occidental d'un des affleurements de la feuille de Tizi-Ouzou. Il est ici en contact avec des argiles non figurées sur la carte qui ont fourni à l'un de nous (P. M.) une macro et microfaune d'âge pliocène inférieur. A Dra Rahmane, les poudingues apparaissant *au-dessous de l'éruptif* du massif de Djinet sont incontestablement antémiocènes, d'après les travaux de l'un de nous [1]. A Bou-Naha, ils sont *au-dessus de la série éruptive.* Il existe donc trois niveaux de poudingues, l'un antémiocène (Dra Rahmane), et deux d'âge miocène (poudingue burdigalien et poudingue de Bou-Naha).

Des levers au 1/20 000$^e$ sur des photos d'avion nous ont permis de définir les conditions de dépôt et relations stratigraphiques des cailloutis de Bou-Naha. Ils remplissent, au Nord de l'affleurement, dans l'oued El Moussa, un canyon étroit, à parois verticales, creusé dans l'éruptif de Djinet, depuis l'altitude d'environ 100 m jusqu'à la cote 225. L'épaisseur de cette formation serait, ici, d'au moins 100 m. A la base, elle contient des galets et des blocs à angles arrondis pouvant dépasser 1 m de côté. Les blocs sont formés de granites, de gneiss, de grès numidiens, de poudingues nummulitiques. Les galets offrent en plus des débris de schistes métamorphiques et de calcaires liasiques. En s'élevant vers le sommet de la série, la grosseur des galets toujours de même nature tend à diminuer. Vers la partie inférieure, les galets sont cimentés par un sable calcaire jaune qui est, soit d'origine marine, soit formé par des sédiments marins miocènes remaniés. La série se termine par une couche de 1,50 m de sables éoliens, assez purs. Elle est couronnée par une formation continentale constituée presque uniquement par des éboulis de roches éruptives tertiaires, provenant du massif de Djinet et réunis par un ciment ferrugineux.

Au Sud-Est, cette formation est recouverte par une croûte ferrugineuse d'origine continentale, qui coupe obliquement les strates de cailloutis sous un angle de 10 à 30°. Tout cet ensemble est surmonté directement par des argiles bleues du Pliocène inférieur, sans poudingue de base.

---

(1) P. Muraour, *XIX$^e$ Congrès géol. intern. d'Alger*, Monogr. n° 25, p. 74.

Les cailloutis de Bou-Naha appartiennent donc à un important cycle d'érosion et de remblaiement, antérieur au Plaisancien. Ils paraissent d'autre part postérieurs au Miocène inférieur d'après leurs relations avec celui-ci sur la feuille de Tizi-Ouzou. On peut donc leur attribuer un âge miocène supérieur (Pontien) très probable. Ils ont remblayé une vallée jeune, qui, au moins durant la première partie de leur formation, a pu devenir sous-marine. A la fin de la formation de Bou-Naha, toute la région était émergée. La transgression de la mer pliocène dut être très rapide, puisque les argiles bleues du Pliocène reposent directement sur la croûte supérieure recouvrant les cailloutis. Le Pontien et le Pliocène inférieur buttent par failles contre les séries éruptives de Djinet.

Toute la partie Nord des Kabylies a été érodée entre le Miocène inférieur et le Pontien. Les vallées jeunes qui se creusaient près de la côte devaient dépasser, au Nord, les limites de la mer actuelle. La nature et la grosseur des galets et des blocs montrent que, pendant ce cycle, s'est produit une surrection importante des chaînes kabyles primaires et secondaires. Des dragées de quartz blanc et quelquefois rose constituent une partie importante des cailloutis de Bou-Naha. Une importante couverture permienne du type verrucano devait exister au Nord de la chaîne calcaire avant le Pontien. On pourrait aussi supposer que les cailloutis proviennent d'une chaîne hypothétique qui aurait été située au Nord de la côte actuelle, mais cette hypothèse est infirmée par la nature et la répartition des galets.

L'un de nous (L. G.) a découvert en plusieurs points du massif éruptif de Djinet, près de M. Kercha et au Sud du signal Djenane, des galets de gneiss, de granite et de roches métamorphiques identiques à ceux des cailloutis de Bou-Naha. L'existence de blocs de cette nature, ayant 50 cm de côté, observés en place sous des éboulis consolidés, au Nord de M. Kercha exclut l'hypothèse d'un transport humain. Le long de la cote, les terrasses quaternaires au Nord de la feuille de Ménerville contiennent des dragées du type Bou-Naha.

On peut donc penser qu'une érosion ponto-pliocène, postérieure aux cailloutis et antérieure aux argiles plaisanciennes, a fait disparaître ces formations sur une grande partie de la région, sauf en ce point. Elles n'ont été conservées à Bou-Naha que grâce à la présence locale d'une vallée antépliocène remblayée et à des failles.

L'aspect de la croûte ferrugineuse de Bou-Naha, reposant sur les cailloutis érodés et antérieurs au Plaisancien, est en faveur de cette hypothèse.

De plus, dans le prolongement de cette croûte, des surfaces rubéfiées et aplanies s'étendent sur le massif éruptif. Elles correspondraient à la phase d'aplanissement contemporaine de la fin des cailloutis. Ces phénomènes morphologiques (érosion antépontienne et aplanissement ponto-

pliocène) avaient laissé des reliefs. La mer pliocène se serait alors avancée sur une surface de la fin du pontien ayant une topographie préexistante assez complexe, comme l'ont montré les travaux de M. Aymé sur le Sahel d'Alger. Cette surface ainsi que les dépôts pliocènes ont été ensuite déformés par les plissements post-astiens (L. Gl., 1927 et sq.).

Si l'on n'avait pas trouvé au-dessus de ces cailloutis, des argiles plaisanciennes, ils auraient été attribués à une terrasse quaternaire de 100 m. Ces faits expliquent pourquoi il a été difficile jusqu'à présent de reconnaître les formations continentales d'âge miocène supérieur de la région littorale. Il est probable qu'il en existe en d'autres points de la côte algéroise.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique des bordures orientale et méridionale du massif du Pelvoux.* Note (*) de M. **Paul Gidon**, transmise par M. Léon Moret.

Le massif cristallin du Pelvoux est recouvert à l'Est et au Sud par des séries d'écailles empilées les unes sur les autres, et dont la continuité a pu être précisée.

L'étude de cette tectonique, à laquelle je me suis attaché depuis 1948, m'a fourni des résultats nouveaux, qui feront l'objet d'un Mémoire dont la préparation est actuellement très avancée. J'ai fondé cette étude sur la recherche des affleurements sédimentaires inclus dans les terrains cristallins, ce qui m'a permis de découvrir une structure en écailles cristallines superposées, remarquablement développée.

Il me plaît de constater que cette même question a été reprise par M. P. Bellair [1] avec une méthode que j'ai négligée : l'étude pétrographique des terrains cristallins. Il est certain qu'une telle méthode peut fournir des renseignements précieux. C'est ainsi que l'identité du cristallin des boutonnières de Dourmillouse et de Salce, et de celui de la lame cristalline de la croix de Ciboui et de ses prolongements Nord; la différence fondamentale entre ce cristallin et le granite du Combeynot, viennent confirmer remarquablement mes idées sur la tectonique de cette région.

Comme P. Bellair, je suis convaincu que la base cristalline de la zone des Aiguilles d'Arves se poursuit par le cristallin de Dourmillouse. Cependant, dans une Note récente, J. Vernet et moi-même [2] avons montré qu'une autre écaille prenait naissance sur la rive gauche du haut Drac de Champoléon, bien au-dessous du col des Bouchiers. Or cette écaille, j'en ai eu confirmation depuis, n'est rien d'autre que la lame de

(*) Séance du 9 novembre 1953.

(1) *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 739.

(2) *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 3 novembre 1952.

Meollion. Cette dernière n'appartient donc pas, comme le voudrait P. Bellair, à la même unité tectonique que l'écaille du Peyron des Claux-Croix de Ciboui.

En fait, il s'agit là de deux écailles enracinées latéralement près le col des Bouchiers, où leur chevauchement devient nul sur le cristallin autochtone. L'écaille Nord augmente vers le Nord son amplitude de chevauchement, tandis que cette amplitude s'accroît vers le Sud-Ouest en ce qui concerne l'écaille de Meollion. Toutes deux ont pivoté autour d'une charnière verticale proche du col des Bouchiers.

La différence des cristallins du Combeynot et de l'écaille de base de la zone des Aiguilles d'Arves s'explique facilement, car le levé des terrains sédimentaires séparant cette écaille du massif cristallin ma montré l'impossibilité d'une continuité entre elle et le Massif du Combeynot. Ce dernier se rattache en fait à une unité plus interne par rapport au massif et qu'avec J. Debelmas ([3]) nous avons nommée écaille de l'Eychauda. Il n'appartient donc pas à la base charriée de la zone des Aiguilles d'Arves.

La présence de Lias à Bélemnites et de mélaphyres (en éboulis) sur la rive droite du vallon de la Selle m'était connue, et en outre j'avais trouvé en place les mélaphyres avec des dolomies du Trias. Mais ces affleurements forment ici, malgré la lame cristalline broyée qui les en sépare, la base du Nummulitique. Il y a là des complications tectoniques que j'ai pu débrouiller, mais qui ne sauraient trouver place dans une courte Note. Il ne s'agit donc pas du prolongement des synclinaux de Rascrouset ou du col des Bouchiers.

Par contre j'adopte les idées de J. Vernet qui fait passer le synclinal col des Bouchiers-Rascrouset par la brèche de l'Amirée Bruyère. J'ai pu en effet suivre les affleurements sédimentaires depuis cette brèche, à travers les pentes Nord des crêtes de Malamort, jusqu'au voisinage immédiat d'Entre les Aigues. La présence d'une « cicatrice intracristalline » dans le vallon de la Selle, non plus que « l'absence de vrai gradin de confluence, alors que toute la morphologie le suggère », ne sauraient prévaloir contre le fait que le synclinal rempli de sédimentaire peut être suivi à peu près de bout en bout.

Outre ces écailles du Peyron des Claux-Croix de Ciboui, de Meollion et de l'Eychauda, il m'a été possible de définir avec certitude deux écailles superposées dans le versant Nord de la Meije ([4]); un groupe d'écailles superposées à celles du Peyron des Claux à l'Yret; une écaille sous-jacente aux crêtes du massif de Séguret Foran, dominant la vallée d'Ailefroide et participant à la structure du Pelvoux lui-même : une écaille entrant

([3]) *Comptes rendus*, **231**, 1950, p. 495.

([4]) *Travaux Lab. Géol. Univ. Grenoble*, **30**, 1952, p. 127 à 133.

dans la constitution des chaînons qui rayonnent autour de la pointe de Verdonne et notamment vers le Sirac; enfin de nombreuses esquilles de moindre importance. Toutes sont soulignées par l'intercalation de lames sédimentaires entre les masses cristallines superposées, et beaucoup de ces lames sédimentaires ont le caractère de synclinaux fermés et inapparents ([5]).

Il m'est bien entendu impossible de développer ici les conséquences paléogéographiques, tectoniques et orogéniques que m'ont suggéré cette étude. Une idée ressort cependant immédiatement, c'est la grande relativité de la notion d'autochtonie du Nummulitique de couverture. C'est là, je crois, ce qu'a voulu dire P. Bellair en affirmant que « nulle part le Nummulitique n'est transgressif sur le Haut Massif cristallin ».

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les terrasses d'abrasion marine de la région de Lattaquié (Syrie).* Note de M. **Étienne de Vaumas**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

La côte syrienne présente du Nahr el Qandil au Nahr el Kebir septentrional, soit sur une trentaine de kilomètres de longueur, de beaux phénomènes d'abrasion marine anciens.

1. *Du Nahr el Qandil au lieu-dit « Karakol »*, on peut observer sur 6 km un magnifique ensemble de terrasses et de falaises, parfaitement continues.

Au-dessus de la falaise qui borde actuellement la mer et qui mesure de 7 à 14 m de hauteur, s'étend une première terrasse, limitée à l'amont par une falaise morte dont la base est à 20 m d'altitude. Au-dessus de cette falaise, une seconde terrasse se développe parallèlement à la première et bute comme elle contre une falaise morte; la base de celle-ci est à 60 m près du village de Borj Islam, à 70 m au Nord du village de Slayeb, à 80 m au Nord de celui de Dekaka. Il n'y a donc aucun doute que cette terrasse est affectée d'un relèvement longitudinal du Sud-Ouest vers le Nord-Est, relèvement qui ne peut être dû qu'à des mouvements orogéniques postérieurs à sa formation. Une suite de très larges replats dominent cette seconde terrasse; ils montent de 80 m environ au Sud-Ouest à 100, 110 et même 120 m au Nord-Est; ils manifestent par conséquent une déformation semblable quoique plus forte que celle de la terrasse précédente; cependant comme ces replats ne sont pas bordés ordinairement à l'amont par une falaise morte, il est difficile d'affirmer à coup sûr qu'il s'agit là d'une ancienne terrasse.

([5]) *Comptes rendus*, **233**, 1951, p. 1404; *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, **29**, 1952, *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 3 novembre 1952.

2. *Dans la plaine traversée par la route de Lattaquié à Antioche*, une terrasse d'abrasion marine est très nettement visible de part et d'autre de Minet el Beïda (l'ancien port de Ras Shamra), au promontoire de Ras ibn Héni, de même que dans les vergers du lieu-dit « Ech Chiara ». Elle s'y trouve à une dizaine de mètres de hauteur. C'est elle qui, recouverte par des alluvions et au Nord-Est par d'abondants dépôts de ramlé, doit former toute la plaine qui s'étend sur 4 ou 5 km de largeur de la mer jusqu'à la route Lattaquié-Antioche.

A l'Est de cette route, une falaise morte se suit sur 8 km environ depuis le village de Zekeskanié jusqu'aux approches de celui de Kirsana. Sa base, fortement remblayée, n'est pas observable. Une très belle terrasse qui atteint parfois 1 km de large, s'étend au-dessus; du village de Kanjra jusqu'à celui de Kirsana, elle est limitée à l'amont (sur 4,5 km de longueur) par une falaise morte dont la base est à 80 m. Au Nord-Est de Kirsana, un nouveau fragment de terrasse s'étale très largement de l'Ouadi el Arish au Nahr el Arab; il est bordé à l'amont et à l'aval par des falaises mortes, la base de la falaise supérieure se trouvant à 120 m; cette terrasse est donc beaucoup plus élevée que la précédente et en est très vraisemblablement distincte bien qu'elle se situe dans son prolongement immédiat.

3. *Le promontoire de Lattaquié* est bordé du côté de la mer, c'est-à-dire à l'Ouest, au Sud et à l'Est par une falaise vive. Il est nivelé sur presque toute sa surface par une terrasse très plane au milieu de laquelle se trouve sauvegardée cependant une longue épine rocheuse d'orientation Nord-Sud; la base de celle-ci, qui correspond à la falaise amont de la terrasse précédente, en donne donc très exactement le niveau. Or le pied de cette falaise est à 30 m au Sud et à 40 m au Nord; il montre par conséquent un relèvement longitudinal qui prouve que la terrasse a été déformée postérieurement à son abrasion.

4. *Conclusions.* — La région de Lattaquié montre que, depuis le début du Quaternaire, la mer y a reculé de 6 à 9 km après y avoir sculpté des formes qui gardent encore en général une très grande fraîcheur.

Dans deux cas, des déformations de terrasses sont nettement observables. Elles prouvent que l'orogénèse des grands massifs syriens s'est prolongée jusqu'en plein Quaternaire comme c'était déjà le cas au Liban [1].

Étant donnée l'existence de ces déformations, il est difficile de déterminer exactement le nombre de niveaux qui ont pris naissance à cette époque.

---

(1) E. de Vaumas, *Comptes rendus*, 223, 1946, p. 150. *Publications techniques et scientifiques de l'École française d'ingénieurs de Beyrouth*, n° 11, 37 pages, 3 figures; *Bulletin de la Société royale de géographie d'Égypte*, 22, p. 21-85, 3 figures, 11 planches photographiques, 3 cartes 1|100 000e en pochette.

Trois d'entre eux semblent cependant certains : le premier, limité actuellement à 20 m d'altitude; le deuxième, à 60/80 m; le troisième enfin, à 90/120 m.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur un mode de cheminement littoral par migration lente de rides obliques ou perpendiculaires.* Note (*) de M[lle] **Solange Vernhet**, transmise par M. Pierre Pruvost.

Au large du talus de déferlement, le cheminement littoral peut s'effectuer par migration lente d'éléments *parallèles ou perpendiculaires à la direction des lames* suivant un mécanisme analogue à celui de la progression des dunes sous l'action du vent ou des ripple-marks sous l'effet d'un courant.

En différents points des côtes languedociennes, les rides sous-marines littorales ont une allure festonnée, se rapprochant et s'éloignant alternativement de la côte. A chacun des points de contact la morphologie est dissymétrique. Du côté où le rivage forme un angle obtus avec la direction des lames (*fig.* 1 A) le raccord de la ride avec les fonds se fait en pente douce et est en quelque sorte indécis. Du côté opposé (*fig.* 1 B)

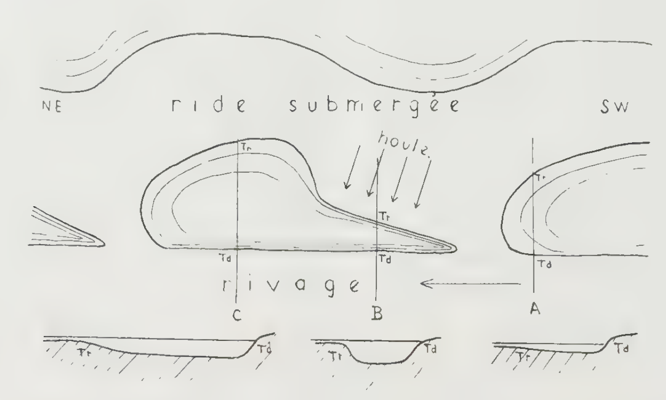



Fig. 1. — Flèches obliques au rivage. — Td, talus de déferlement; Tr, talus de la ride.

la ride est limitée par un talus raide (Tr) faisant face au talus de déferlement, rigoureusement parallèle à la direction des vagues (obliques au rivage), bien net sur plusieurs dizaines de mètres, mais s'atténuant peu à peu au fur et à mesure que la ride s'écarte du rivage. L'observation à la lunette de plongée permet de constater que les grains de sable du sommet de la ride poussés par les vagues viennent peu à peu glisser sur le talus Tr comme sur le versant sous le vent d'une dune, en sorte que celui-ci (et avec lui toute la structure) progresse parallèlement à lui-même le long du rivage

(*) Séance du 9 novembre 1953.

(dans la direction AB). Lors des observations on pouvait également noter l'existence d'un courant résultant du déferlement, parallèle à la côte, d'une vitesse moyenne comprise entre 10 et 20 cm/s, surtout sensible au point de raccord de la ride avec le rivage. Les débris de posidonies et d'algues entraînés venaient s'accumuler dans une zone abritée au pied du talus Tr. Bien que faible ce courant entraînait évidemment les grains mis en suspension par l'agitation due aux lames. Le point d'origine du talus Tr se trouvant nettement marqué par le début de la zone d'accumulation des débris de végétaux, j'ai pu évaluer la vitesse de déplacement de l'ensemble. Par faible brise elle est de 20 à 40 cm/h. L'individualité de la ride est d'ailleurs marquée par une couleur plus claire du sable en mouvement.

J'ai observé des phénomènes analogues sur les rives de l'étang de Leucate, ainsi que dans la région de hauts-fonds s'étendant à l'Est du Grau-du-Roi. Dans l'étang de Leucate, les grandes flèches qui se détachent du cordon littoral sont orientées sensiblement Nord-Est-Sud-Ouest (le point de raccord au rivage étant au Nord-Est). Lors de l'observation, la plus septentrionale de ces formations présentait, du côté étang, une série de petites

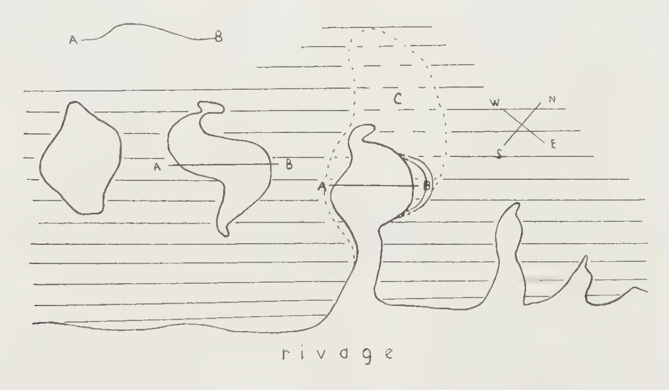



Fig. 2. — Flèche de l'étang de Leucate. — C, partie de la flèche immergée; AB, coupe transversale.

flèches secondaires, perpendiculaires au rivage, dissymétriques et progressant sous l'effet d'un léger clapôt de Nord-Est, suivant un mécanisme voisin de celui qui a été décrit. D'abord courtes et rattachées au rivage, elles s'allongeaient, puis finissaient par se détacher complètement de la côte pour former, en avant de celle-ci, un nouveau cordon littoral discontinu (*fig.* 2). Près du Grau-du-Roi j'ai constaté, par forte mer du Nord-Ouest, que la ride sous-marine littorale parallèle à la côte donnait naissance à des langues sableuses allongées perpendiculairement aux vagues qui s'individualisaient et progressaient vers la côte au fur et à mesure que le sable était transporté, surtout latéralement, par l'action des vagues et venait s'accumuler à leur extrémité (*fig.* 3). En raison de la trajectoire

suivie par chacun des éléments, le phénomène impliquait à la fois un apport au rivage et un transfert en direction Sud-Sud-Est.

Il apparaît donc que les transferts littoraux dus aux vagues peuvent s'effectuer par migration d'éléments organisés de grande taille, trans-

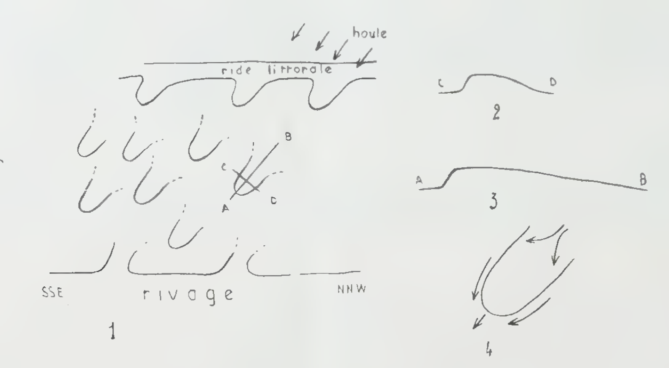



Fig. 3. — 1, formations observées au Grau-du-Roi; 2, coupe transversale d'une langue sableuse; 3, coupe longitudinale d'une langue sableuse; 4, transfert du sable sur une langue sableuse.

versaux ou longitudinaux, qui se déplacent suivant des mécanismes analogues à ceux de la progression dunaire. Ce mécanisme est à rapprocher de la progression des ripple-marks géants observés dans certains chenaux, ou de certains transferts d'estran dus aux courants dans les mers à marées [1].

PHYSIQUE ATMOSPHÉRIQUE. — *Mesure directe du gradient de l'humidité.* Note (*) de M. **Mustapha Elnesr**, présentée par M. Pierre Lejay.

Le gradient vertical de l'humidité dans la basse atmosphère joue un rôle important dans la propagation des hyperfréquences. Aussi nous avons construit un appareil pour sa mesure directe, basée sur l'équation approchée du thermomètre humide :

$$r = r_h - \frac{c_p}{L}(T - T_h) \tag{1}$$

où $r$ est le rapport de mélange à la température T, $r_h$ le rapport de mélange saturé à la température humide $T_h$, $c_p/L$ le rapport de la chaleur spécifique à pression constante à la chaleur latente de vaporisation à $T_h$.

Négligeant la variation de $c_p/L$, le gradient de l'humidité peut prendre la forme

$$\Delta r = \Delta r_h - \frac{c_p}{L}\Delta T + \frac{c_p}{L}\Delta T_h \tag{2}$$

(1) Minikin, *Coast erosion and protection*, Chap. VII, p. 95.

(*) Séance du 9 novembre 1953.

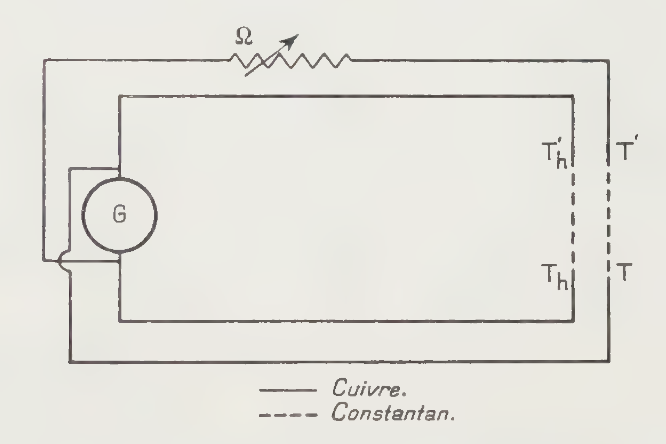
où $\Delta r_h$, $\Delta T$, $\Delta T_h$ sont les gradients respectifs de $r_h$, T et $T_h$. Pour un petit intervalle $\Delta T_h$ centré autour de $T_h$ et pour une pression donnée (peu différente de celle du niveau de la mer), $r_h$ varie linéairement avec $T_h$

$$\Delta r_h = m\,\Delta T_h \tag{3}$$

où $m$ est la constante de proportionnalité fonction de $T_h$

$$\Delta r = \left(m + \frac{c_p}{L}\right)\Delta T_h - \frac{c_p}{L}\Delta T \tag{4}$$

Le circuit électrique correspondant à (4) est représenté sur la figure où (T, T′) et ($T_h$, $T'_h$) sont deux couples thermoélectriques identiques en cuivre-constantan, de même résistance R. Tandis que le premier mesure $\Delta T$ entre deux points, le deuxième mesure $\Delta T_h$ entre les mêmes points, $\Omega$ est une




résistance réglable qui varie avec la température $\bar{T}_h$ moyenne et qui permet d'établir aux bornes du galvanomètre G une fraction de la f. e. m. d'origine thermoélectrique produite dans le couple (T, T′) de façon que le courant galvanométrique donné par

$$i = \frac{\alpha}{(R+\Omega)R + G(2R+\Omega)}\left[(R+\Omega)\,\Delta T_h - R\,\Delta T\right] \tag{5}$$

soit directement proportionnel à $\Delta r$ donné par (4), c'est-à-dire que

$$\Omega = R\,\frac{mL}{c_p}. \tag{6}$$

La variation de $\Omega/R$ avec $T_h$ est indiquée dans le tableau suivant :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $T_h$ (°C)................. | 8 | 12 | 16 | 20 |
| $\frac{\Omega}{R}$...................... | 1,11 | 1,40 | 1,76 | 2,19 |

En déterminant $\overline{T}_h$ à l'avance pour chaque mesure de $\Delta r$ et en réglant $\Omega$, $\Delta r$ prend la forme

$$\Delta r = \frac{1}{\alpha}\left(2\frac{c_p}{L} + m\right)(R_c + G)i, \tag{7}$$

où $\alpha$ est la f. é. m. par °C pour les métaux des thermocouples, et $R_c$ la résistance extérieure de l'appareil, qui, pour l'amortissement critique, doit égaler la résistance critique du galvanomètre.

Une erreur de $\pm 1$°C dans la détermination de $T_h$ cause une erreur de 4 % environ sur le gradient de l'humidité pour $5 < T_h < 20$°C.

La construction de l'appareil tient compte surtout :

*a.* du choix des diamètres des fils formant les thermocouples, ainsi que de la largeur de la mousseline recouvrant le thermomètre humide. Il faut en effet obtenir une dépression maximum de celui-ci;

*b.* de la suppression de l'effet de rayonnement atmosphérique;

*c.* de la suppression de l'effet électrochimique dans les thermocouples dont nous donnerons le détail dans un autre Recueil.

L'appareil a été expérimenté en plein air à la Station Scientifique du Val-Joyeux. On a mesuré $\Delta r$ entre deux points placés verticalement à 90 cm l'un de l'autre, le plus bas étant à 5 cm du sol. Les résultats de huit expériences de comparaison, effectuées pendant une période de stabilité de l'atmosphère, entre les indications de l'appareil et les valeurs de $\Delta r$ données par le calcul (à partir de $\Delta T$ et $\Delta T_h$ mesurés en même temps) sont les suivants :

| | Appareil. | Calcul. |
|---|---|---|
| $\Delta r$ moyen (g/Kg) | 0,109 ± 0,012 | 0110 ± 0,012 |

Une variante de l'appareil consiste à réaliser un réglage de $\Omega$ une fois pour toutes et à utiliser un facteur de correction convenable.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Réaction du gamétophore de* Funaria hygrometrica *au 2.4-dichlorophénoxyacétate de sodium employé en pulvérisation.* Note (*) de Mme **Lucie Kofler**, transmise par M. René de Litardière.

Hypertrophie des cellules non adultes de tous les organes, particulièrement marquée pour le pied des anthéridies et des archégones et pour le réceptacle femelle. La reprise de croissance normale des plantes se fait par des innovations partant de la tige ou du réceptacle femelle.

Nous avons pulvérisé une solution aqueuse de 2.4-dichlorophénoxyacétate de sodium à la concentration de $10^{-4}$ sur des gazons de *Funaria hygrometrica*, en utilisant environ 5 cm³ de liquide par déci-

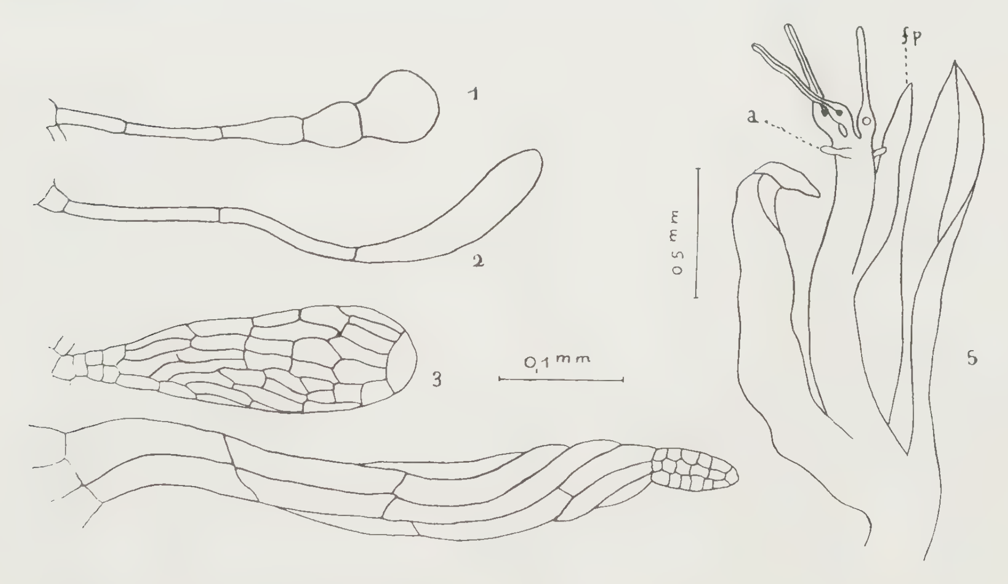
(*) Séance du 9 novembre 1953.

mètre carré. Les colonies de Mousses ont été choisies plus ou moins évoluées, de façon à traiter les gamétophores à divers stades de développement, depuis les tiges végétatives jusqu'aux tiges porteuses de jeunes sporogones.

Les cellules adultes ne semblent pas modifiées par le traitement. Les parties jeunes des divers organes présentent des déformations dues à une hypertrophie cellulaire. Celle-ci s'accompagne d'une forte augmentation de turgescence, d'une régression des chloroplastes et, par la suite, d'un brunissement de la membrane.

Les phénomènes observés sont les suivants :

*Feuilles.* — Torsions diverses des très jeunes feuilles qui s'hypertrophient dans leur ensemble; épinastie des feuilles plus grandes dont la base seule réagit, les cellules pouvant atteindre deux fois la longueur des cellules adultes normales correspondantes tandis que la largeur est peu augmentée.




1, paraphyse normale; 2, paraphyse hypertrophiée; 3, anthéridie normale mûre; 4, jeune anthéridie hypertrophiée, 12 jours après la pulvérisation; 5, apex femelle hypertrophié, 20 jours après la pulvérisation : *a*, jeune archégone dont le pied a un peu réagi; *fp*, feuille périchétiale interne hypertrophiée.

*Tiges.* — Allongement (sans épaississement) des jeunes entre-nœuds qui deviennent sinueux. Cet allongement est particulièrement marqué chez les rameaux encore très petits au moment de la pulvérisation. Pour les bourgeons au repos, constitués par quelques cellules, il n'y a pas d'allongement hypertrophique, mais on constate parfois un début de prolifération cellulaire qui donne une petite colonne cylindrique comparable aux gamétophores obtenus par culture sur milieu renfermant

du 2.4-D [1]. Les points végétatifs des tiges et rameaux s'arrêtent de fonctionner normalement et peuvent produire quelques cellules arrondies, peut-être à la suite de divisions cellulaires, comme pour les bourgeons.

*Réceptacles et organes reproducteurs.* — Réaction très forte du pied (et sans doute aussi de la base) de jeunes anthéridies et d'archégones jeunes ou mûrs. Les cellules s'élargissent et surtout s'allongent beaucoup (jusqu'à dix fois la longueur des cellules normales de pied, qui sont petites et isodiamétriques). Dans quelques cas on peut déceler aussi un allongement anormal des paraphyses des corbeilles mâles, ainsi que la production, à la périphérie des corbeilles, de petits organes hypertrophiés mais qui verdissent intensément, et qui sont sans doute de jeunes anthéridies peu reconnaissables. Tandis que les apex mâles âgés ne réagissent plus, les réceptacles femelles porteurs d'archégones mûrs ou fécondés peuvent parfois subir une élongation notable qui soulève ces derniers au-dessus des feuilles périchétiales. Ceci est à rapprocher du fait que, dans l'évolution normale, seuls les apex femelles sont appelés à entrer tardivement en activité pour former la vaginule.

Les sporophytes, à tous stades, paraissent insensibles au traitement. Cependant les jeunes, portés par une tige qui a réagi, ne se développent pas, bien qu'ils restent longtemps vivants.

Les organes ayant réagi ne reprennent pas leur évolution normale et beaucoup des cellules hypertrophiées meurent. Des rhizoïdes, en nombre variable, naissent sur les tiges (y compris aux dépens des cellules de l'apex), sur les réceptacles, sur les feuilles. La reprise de croissance se fait par des innovations qui, au début, ont un aspect étiolé. Elles ont pour origine des bourgeons préexistant sur les tiges, mais aussi, assez fréquemment, des bourgeons formés dans les réceptacles femelles. Dans ce dernier cas, on trouve parfois un archégone porté latéralement par la tige de l'innovation. Ces rameaux différencient rapidement des involucres mâles ou femelles et, un mois après le traitement, les rameaux nouveaux ont reconstitué un nouveau gazon de mousse qui masque les parties anciennes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence dans les graines de moutarde noire, de colza et de navette d'un enzyme possédant une action destructrice sur les sénevols.* Note de M. **Émile André** et Mlle **Marie Carbouères**, présentée par M. Marcel Delépine.

La découverte du ferment « myrosine » qui décompose les glucosides à sénevols, remonte à 1840 [1]. Des glucosides de ce groupe ont été trouvés

---

[1] L. Kofler, *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 1958.

[1] *J. de Pharm.*, [2], **26**, 1840, p. 39 à 48.

dans diverses plantes; les sénevols dégagés peuvent être différents mais on admet que le ferment qui les décompose est toujours le même.

En 1911, Brioux (²) a constaté le premier que les graines de colza broyées et mises à macérer dans l'eau dégagent des quantités de crotonyl-sénevol qui diminuent à mesure que la durée du temps de macération se prolonge. Brioux attribua cette particularité à une fermentation microbienne et crut en apporter la preuve en ajoutant, dès le début, un antiseptique (fluorure de sodium) à la bouillie mise à macérer. La destruction du sénevol fut atténuée, mais non supprimée.

En 1912 Raquet (³) a montré que les graines de moutarde noire, traitées exactement de même, se comportent comme les graines de colza.

Au cours de ces dernières années, nous avons observé en préparant les essences de colza et de navette, certains faits qui nous ont amenés à penser que la myrosine des graines de moutarde blanche diffère de celle des graines de moutarde noire, de colza et de navette, parce qu'elle ne possède aucune action destructrice sur les sénevols. Pour en établir la preuve nous avons imaginé et réalisé les expériences suivantes :

1° Des graines de moutarde noire, de colza et de navette ont été broyées et délayées dans de l'eau. La bouillie claire obtenue, a été abandonnée à elle-même pendant des temps dont la durée a été prolongée progressivement de 30 mn à 24 h. On a procédé ensuite à la distillation de l'essence et à son dosage par la méthode argentimétrique de Gadamer.

2° Les mêmes expériences ont été refaites mais on a délayé les graines broyées dans de l'eau bouillante qui a détruit la myrosine. On a laissé refroidir jusqu'à vers 40° et l'on a ajouté de la poudre de graines de moutarde blanche dans la proportion de 1/10ᵉ de la substance mise en œuvre, dans le but de remplacer la myrosine détruite. On a opéré ensuite exactement comme dans la première série d'expériences. Notons en passant que l'essence de moutarde blanche est constituée par du paraoxybenzylsénevol qui n'est pas entraînable à la distillation avec la vapeur d'eau. Les résultats de cette double série d'essais figurent dans le tableau suivant.

Les données numériques indiquées ci-après permettent de tirer les conclusions suivantes : en premier lieu la myrosine des graines de moutarde noire, de colza et de navette détruit partiellement les sénevols formés. Un dosage d'allylsénevol dans les graines de moutarde noire ne donne plus, après 24 h de macération que la moitié de la quantité obtenue après une durée de macération d'une heure.

---

(²) *Ann. Sc. Agron.*, **1**, n° **6**, 3ᵉ série, 1911, p. 259.

(³) *Répertoire de Pharm.*, 1912, p. 145.

*Dosages de Sénevols, méthode Diétrich-Gadamer.*

| Durée de macération. | Moutarde noire Résultats exprimés en allylsénevol (%). Graines broyées nature. | Graines broyées, ébouillantées addition de moutarde blanche. | Colza d'hiver Liho Résultats exprimés en crotonylsénevol (%). Graines broyées nature. | Graines broyées, ébouillantées addition de moutarde blanche. | Navette d'hiver Chicon Résultats exprimés en crotonylsénevol (%). Graines broyées nature. | Graines broyées ébouillantées addition de moutarde blanche. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 minutes .... | 0,97 | 0,99 | 0,28 | 0,29 | 0,29 | 0,46 |
| 45 minutes .... | 0,99 | 1,03 | 0,19 | » | » | » |
| 1 heure ....... | 0,99 | 1,05 | 0,19 | 0,30 | 0,33 | 0,44 |
| 1 heure 30..... | 0,96 | » | 0,15 | » | » | » |
| 2 » ....... | 0,92 | 1,04 | 0,14 | » | 0,24 | 0,47 |
| 3 » ....... | 0,82 | 1,04 | 0,10 | 0,30 | 0,21 | » |
| 5 » ....... | 0,82 | 1,04 | 0,07 | 0,29 | 0,17 | 0,47 |
| 7 » ....... | 0,70 | 1,04 | 0,07 | 0,30 | 0,16 | » |
| 24 » ....... | 0,48 | » | 0,07 | » | 0,14 | » |

La décroissance commence après 1 h 30 mn ; après 7 h la diminution est de 30 %. Dans le cas des graines de colza et de navette les faits observés sont du même ordre mais l'abaissement du titre en essence est plus immédiat et plus profond. Pour les graines de colza cinq heures de macération ont suffi pour abaisser de 75 % le titre en essence; pour les graines de navette la perte n'est que de 50 % après 7 h.

Le fait dominant qui ressort de nos expériences c'est que la myrosine de moutarde blanche ne possède aucune action destructrice sur les sénevols des graines étudiées par nous. La durée de macération peut être prolongée pendant 24 h sans qu'on observe un abaissement du titre en essence.

Signalons, sans insister, que les graines de navette n'ont pas apporté assez de myrosine pour dégager tout le sénevol, qu'elles peuvent fournir. Les graines nature broyées et macérées dans l'eau ont fourni au maximum 0,33 g de crotonylsénevol, les mêmes graines broyées, ébouillantées, puis additionnées de graines de moutarde blanche en ont donné 0,46 g.

Dirons-nous en terminant qu'il existe plusieurs myrosines? Ce serait aller contre l'opinion en cours qui limite étroitement et rigoureusement l'action des enzymes. Nous conformant à l'orthodoxie de l'époque présente, disons qu'il existe dans les graines de moutarde noire, de colza et de navette, à côté de la myrosine, un enzyme qui détruit les sénevols. Cet enzyme n'existe pas dans les graines de moutarde blanche. Il reste à fixer le processus chimique de son action destructrice.

PÉDOLOGIE. — *Sur l'origine et la formation des cuirasses dites latéritiques dans l'Adamaoua (Nord-Cameroun).* Note de MM. **Georges Bachelier** et **André Laplante**, présentée par M. Raoul Combes.

La formation des cuirasses dites latéritiques de l'Adamaoua paraît avoir lieu par le processus suivant : les basaltes anciens ont recouvert une pénéplaine granitique à sol arénacé. Dans la suite le basalte a engendré un sol rouge riche en hydroxydes dont les solutions ferrugineuses ont pectisé au contact du niveau arénacé sous-jacent.

Les cuirasses tiennent une place importante dans la pédologie de l'Adamaoua. A côté des cuirasses de nappe dans certains talwegs, et de « bové », provenant probablement de la mise à nu d'un horizon illuvial de sols anciens et durci par dessiccation, des cuirasses d'une origine vraisemblablement différente semblent plus communes dans le secteur de N'Gaoundéré et méritent de retenir l'attention.

Alors que Giraudie et Roch [1] les signalent en recouvrement sur le basalte ancien du plateau, nous les avons trouvées dans des conditions différentes. La cuirasse est largement répandue, non pas sur le basalte ancien, mais à un niveau légèrement inférieur apparemment à la base de celui-ci. De plus elle est répartie régulièrement sur le pourtour du plateau de basalte ancien, tout le long de la ligne de contact avec le socle où elle forme une petite falaise surplombant la zone granitique. Dans le paysage, quelques lambeaux « témoins » de cette cuirasse se retrouvent parfois sur des collines voisines dont le sommet correspond au niveau de contact avec les basaltes de recouvrement. Le plus souvent elle est démantelée et forme un colluvionnement de débris divers et de pisolites.

Une hypothèse nous semble intéressante pour expliquer la genèse de ces cuirasses : L'altération des basaltes anciens a engendré un sol rouge ferrugineux profond. Cette altération fort ancienne a pu être complète, et la roche-mère totalement disparaître, notamment aux endroits où son épaisseur était faible (pourtour du plateau, fins de coulées, etc.). Les solutions riches en fer, circulant dans le sol trouvent alors à la base du profil, l'horizon arénacé des sols granitiques recouverts. Ce milieu poreux et oxydant est particulièrement propice à la pectisation du fer.

Ainsi est amorcée une zone de cristallisation des oxydes de fer qui continuent à s'amasser en épaisseur donnant d'abord une masse gréseuse en cimentant l'arène granitique puis une cuirasse de plus en plus riche en sesquioxydes.

Nous nous trouvons donc là devant un cas particulier de formation

---

(1) *C. R. Soc. géol. Fr.*, n° 1, 1952, p. 17-19.

d'une cuirasse par accumulation « absolue » de sesquioxydes provenant d'un sol engendré par une roche riche en minéraux ferrugineux.

A l'appui de cette hypothèse, citons divers exemples :

— Un profil observé dans le périmètre de reboisement de N'Gaoundéré montre un sol rouge profond dans lequel la carapace apparaît à 7.50 m sans qu'il soit possible de trouver le basalte en place. Plus loin et un peu plus bas le granite affleure, ainsi que des blocs de cuirasse comportant des grains de quartz grossiers.

— Au Nord du massif du Tisong (Sud de N'Gaoundéré) le long d'une pente, apparaît nettement la ligne de contact entre socle et basalte ancien. Le phénomène est alors évident, car cette ligne de contact est matérialisée par une plaquette de grès (à grains de quartz) de quelques centimètres d'épaisseur.

L'intensité du phénomène dépend évidemment de la puissance de la formation basaltique surmontant l'arène granitique ainsi que de la topographie.

Enfin ce phénomène semble général dans l'Adamaoua. D'Est en Ouest la cuirasse s'observe exactement lors du passage du plateau basaltique au socle sous-jacent. Le basalte a d'ailleurs souvent disparu mais il reste un sol rouge bien reconnaissable.

Au kilomètre 4 de la nouvelle route de la falaise (bord septentrional du plateau de l'Adamaoua), la succession suivante le long de la descente semble particulièrement éloquente :

— à la partie supérieure un grand ensemble gris de basalte altéré marque la fin de la surface des 1400 m recouverte par les basaltes anciens (¹);

— un peu plus loin, en contrebas se situe une importante cuirasse de plusieurs mètres d'épaisseur;

— immédiatement après l'on passe au socle granitique en continuant à descendre.

Il ressort de nos observations qu'à côté de quelques cas où la cuirasse paraît explicable par un processus de formation plus « classique », la majorité des cuirasses de l'Adamaoua semble provenir de celui décrit ici.

On pourrait, certes, objecter que le basalte ancien a recouvert une pénéplaine granitique déjà en partie « bovalisée ». Mais, d'une part, le granite est généralement leucocrate et pauvre en minéraux lourds susceptibles de donner les sesquioxydes nécessaires à des cuirasses importantes. D'autre part, et surtout, il ne nous a jamais été possible d'observer le basalte sain recouvrant une cuirasse ancienne.

Nous concluons, que dans l'ensemble, les cuirasses de l'Adamaoua sont postérieures aux épanchements basaltiques anciens, et proviennent d'un processus pédologique d'enrichissement absolu, au niveau arénacé du

contact avec le socle granitique sous-jacent. Leur présence sur le socle peut alors signifier d'anciens recouvrements basaltiques aujourd'hui disparus par érosion.

AGRONOMIE. — *Contrôle des conditions de conservation des céréales. Établissement et utilisation d'un abaque (Rosace de détection de l'opportunité de ventilation).* Note (*) de M. **Pierre Schribaux**, transmise par M. Roger Heim.

Après avoir défini l'état d'un grain, puis l'aptitude d'un silo à mieux conserver ([1]), nous examinons la possibilité du contrôle de l'effet d'une ventilation dans une masse de grain.

Si l'on détermine, au psychromètre, la condition d'un air humide et à son entrée et à sa sortie d'un silo, le rapprochement des valeurs de ces « conditions » permet immédiatement de savoir quelles sont les variations de teneur en eau et de chaleur contenue par l'air entre son entrée dans l'enceinte et sa sortie. Ceci est d'application évidemment générale.

On connaît ainsi, et le sens de l'effet de l'air que l'on souffle, et son efficacité sur le grain. Celle-ci peut se traduire en allure-horaire du séchage ou du refroidissement de la masse de grain, par exemple.

L'auteur expose une application pratique de ce qui précède.

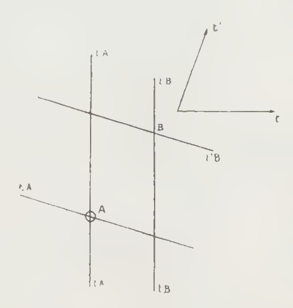



Fig. 1. — Schéma du report sur un diagramme hygrographique AB-5 des points figuratifs des airs mis en jeu : l'air entrant (point A), l'air sortant (point B).

Sur l'abaque classique hygrographique de Carier, allégé des éléments inutiles pour le cas considéré, l'auteur reporte les points figuratifs de l'air qui entre (A) et de l'air qui sort (B) d'une enceinte de stockage ventilée (*fig.* 1). L'examen des positions relatives de ces deux points A et B donne le résultat cherché, savoir :

— l'air qui passe réchauffe ou refroidit le grain,

— l'air qui passe sèche ou humidifie le grain.

---

(*) Séance du 9 novembre 1953.

(1) *Comptes rendus*, **237**, 1952, p. 526, 747 et 1028.

Pour obtenir la lecture directe et instantanée des résultats, l'auteur a imaginé une rosace graduée (*fig.* 2) qui peut être réalisée en plexiglas et que l'on pose sur l'abaque en amenant en coïncidence les axes $t_A t_A$

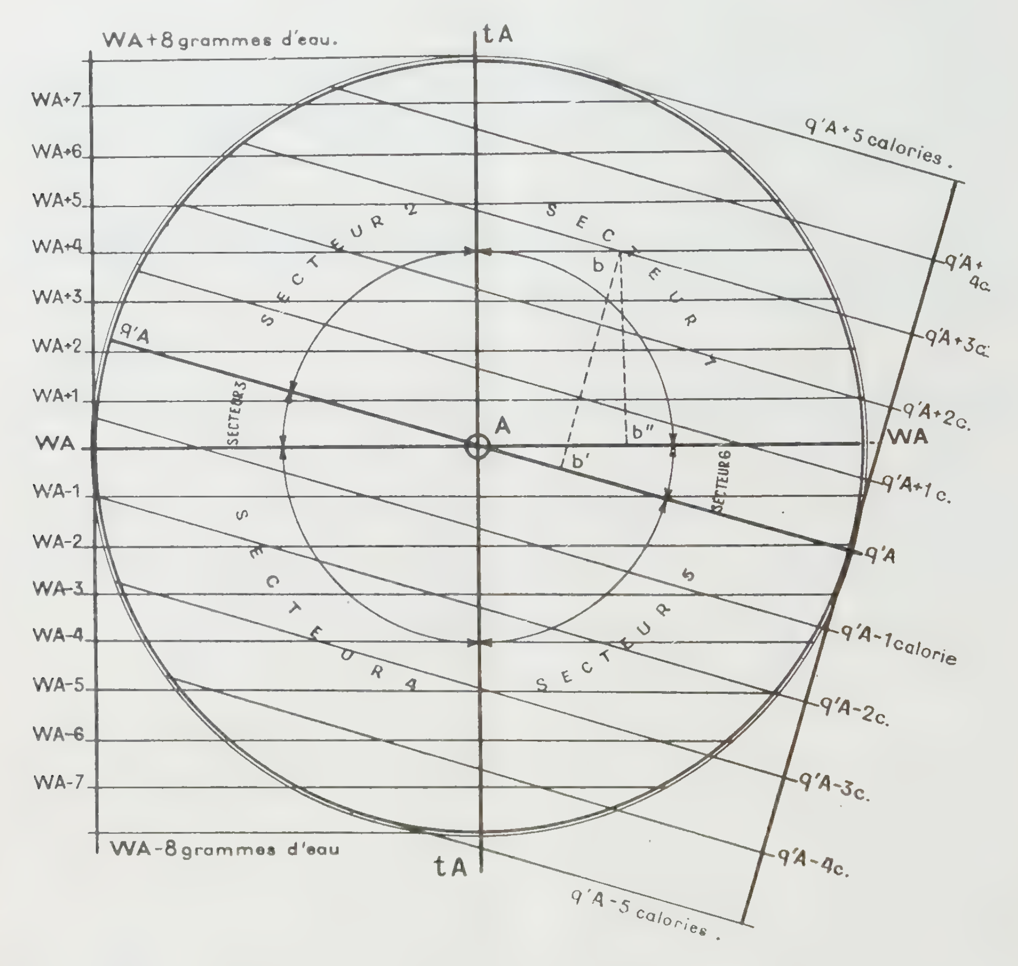



Fig. 2. — Rosace de détection de l'opportunité de ventilation. — L'intervalle entre deux parallèles voisines WA correspond à une variation de 1 g d'eau rapportée au kilo d'air sec qui traverse le grain. L'intervalle entre deux parallèles voisines $q'_A$ correspond à une variation de 1 cal rapportée au kilo d'air sec qui traverse le grain.

et les points A des deux figures. Dans ces conditions, le point B (air sortant) apparaît sur la rosace dans l'un de ses six secteurs; chaque secteur correspond à des effets de ventilation différents.

Les figures donnent un exemple : le point B apparaît en *b* situé dans le secteur 1. La position de *b* apprend immédiatement que chaque kilogramme d'air qui traverse le grain enlève à la masse de grain 4 g d'eau et 3 calories. Les effets qualitatif et quantitatif du soufflage sont ainsi déterminés.

Si l'on connaît la capacité de stockage et le débit-horaire *réel* de la ventilation, il est facile d'obtenir, par le calcul, l'allure-horaire et du séchage

(exprimée en pour-cent d'eau enlevé) et du refroidissement (exprimé en degrés). Le stockeur peut alors porter un jugement sur la qualité de l'air dont il dispose et sait ainsi s'il est raisonnable ou imprudent de ventiler son stock avec cet air.

L'auteur souligne, toutefois, que nous n'avons actuellement aucun moyen de connaître la répartition de ces effets dans les couches successives de la masse de grain traversée par l'air.

L'originalité de cette étude tient dans la simplicité des mesures et des déductions.

Enfin, toujours sur le plan thermodynamique, l'auteur établit une relation entre la chaleur contenue dans un air humide et la température humide de cet air, relation qu'il estime d'une approximation suffisante dans les applications courantes.

ENDOCRINOLOGIE. — *Mise en évidence d'une corticotrophine dans le placenta humain.* Note de MM. **Jean de Brux** et **Roger du Boistesselin**, transmise par M. Léon Binet.

L'action thérapeutique des extraits placentaires paraît voisine de celle de l'A. C. T. H. Les extraits utilisés étant, du fait de l'ébullition, privés de gonadostimuline, certains auteurs ont, depuis 1950, tenté de prouver l'existence d'une corticotrophine placentaire ([1]). Nous essayons ici de la mettre en évidence par les méthodes physiologiques.

*Technique.* — Des fractions acétoniques de pulpe placentaire lyophilisées conservées à la glacière, puis réhydratées ont été employées. Trois modes de dosages ont servi de tests :

1° *Le test de Sayers* (1949) basé sur la chute de l'ascorbie surrénale chez l'animal hypophysectomisé. L'acide ascorbique a été dosé par le 2.6-dichlorophénol-indophénol en milieu acide (Tillmans), méthode titrimétrique et méthode photométrique.

2° *Le « repair test » de Simpson* (1943), sur dix rats femelles de 14 à 18 jours. L'épaisseur de la corticale a été mesurée à l'oculaire micrométrique et la teneur en lipides cotée arbitrairement par les notations + à ++++; la normale étant fixée à +++.

3° *Le test de Sayers sur animal non hypophysectomisé.*

*Résultats.* — Le poids des surrénales a été rapporté au poids de l'animal. De même, le taux d'ascorbie a été rapporté au poids de la surrénale.

---

([1]) *J. Amer. Med. Association*, 1952, p. 1226-148, donne la bibliographie américaine; M. Tuchmann-Duplessis, M. Mayer, J. Quelet et A. Sahy, *C. R.*, 235, 1952, p. 209; E. Aron, *Bull. Acad. Médecine*, 1953, p. 126-137.

*Test de Sayers.*

| Rat n° | Produit injecté. | Dose. | Poids surrénales pour 100 g poids corporel G. | Poids surrénales pour 100 g poids corporel D. | Dosage acide ascorbique G. Photomét. | Dosage acide ascorbique G. Titrimét. | Dosage acide ascorbique D. Photomét. | Dosage acide ascorbique D. Titrimét. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1..... | Sérum physiol. | 1/4 cm³ | 40 | 40 | 22 | 31 | 21 | 30 |
| 2..... | » » | 1/4 » | 41 | 42 | 20 | 31 | 21 | 32 |
| 3..... | A. C. T. H. Wilson | 10 USP | 42 | 42 | 22 | 33 | 11 | 19 |
| 4..... | » » | 1 USP | 40 | 41 | 21 | 32 | 13 | 20 |
| 5..... | Extrait acétonique de placenta | 1 mg | 40 | 41 | 25 | 30 | 25 | 28 |
| 6..... | » | 10 » | 42 | 41 | 27 | 31 | 25 | 30 |
| 7..... | » | 10 » | 42 | 41 | 21 | 31 | 19 | 29 |
| 8..... | » | 20 » | 41 | 41 | 20 | 33 | 18 | 30 |
| 9..... | » | 40 » | 41 | 42 | 23 | 32 | 18 | 29 |
| 10..... | » | 40 » | 42 | 43 | 22 | 32 | 18 | 28 |
| 11..... | » | 50 » | 40 | 42 | 29 | 31 | 23 | 27 |
| 12..... | » | 100 » | 41 | 41 | 27 | 32 | 20 | 25 |
| 13..... | » | 100 » | 42 | 40 | 29 | 30 | 19 | 19 |
| 14..... | » | 150 » | 42 | 41 | 21 | 30 | 17 | 25 |

*Test de Simpson.*

| Rat n° | Produit injecté. | Dose journalière. | Dose totale. | Épaisseur de la corticale. | Teneur en lipides de la fasciculée. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.... | Sérum physiologique | 1 cm³ | 4 cm³ | 850 μ | + |
| 2.... | Extrait placentaire | 2,5 mg | 10 mg | 850 | + |
| 3.... | » | 20 mg | 80 » | 850 | ++ |
| 4.... | » | 20 » | 80 » | 800 | + |
| 5.... | » | 20 » | 80 » | 850 | ++ |
| 6.... | » | 40 » | 120 » | 850 | +++ |
| 7.... | » | 40 » | 120 » | Mort au 2ᵉ jour péritonite = 0 | Congestion de tous les organes |
| 8.... | A. C. T. H. Wilson | 5 » | 20 » | 1050 μ | ++++ |
| 9.... | Animaux témoins n'ayant subi aucun traitement | | | 950 | +++ |
| 10.... | Ni hypophysectomie, ni injection | | | 1000 | +++ |

*Test de Sayers sans hypophysectomie.*

| Rat n° | Produit injecté. | Dose. | Poids surrénales pour 100 g poids corporel. G. | Poids surrénales pour 100 g poids corporel. D. | Dosage acide ascorbique (photomét.). G. | Dosage acide ascorbique (photomét.). D. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.... | Extrait acétonique de placenta | 250 γ | 40 | 41 | 25 | 24 |
| 2.... | » | 1 mg | 42 | 42 | 27 | 20 |
| 3.... | » | 5 » | 40 | 42 | 28 | 18 |
| 4.... | » | 20 » | 41 | 40 | 26 | 18 |
| 5.... | » | 100 » | 41 | 42 | 27 | 17 |

*Discussion.* — La baisse de l'ascorbie surrénale, dans le test de Sayers, atteint un taux valable pour une dose unique de 40 mg. Les extraits placentaires ont-ils vraiment une action *directement* corticotrope, et la chute de l'ascorbie surrénale chez l'animal entier n'est-elle pas le fait d'un état de choc? N'ont-ils qu'une action *indirectement* corticotrope par l'intermédiaire de l'hypophyse? En effet, selon la présence ou l'absence de celle-ci, la quantité d'extrait injecté doit être faible (2 mg) ou importante (40 mg) pour obtenir une réponse identique.

En résumé, le placenta a une action corticotrophique soit directe, soit indirecte par stimulation hypophysaire.

ZOOLOGIE. — *Le système sympathique stomaco-gastrique* (« organe de Schneider ») *des araignées du genre* Tegenaria. Note (*) de M. **Roland Legendre**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

L'anatomie du système stomaco-gastrique des Aranéides est connu depuis le travail de A. Schneider [1] sur les Tégénaires. Hanström [2] n'en fait aucunement mention dans son important Mémoire consacré à l'anatomie comparée du système nerveux des Invertébrés. Pourtant ce système existe, quoique difficile à voir. Il est formé par deux ganglions rétrocérébraux fusiformes de 120-100 μ de long sur 40-50 μ de large, accolés à la paroi aortique et envoyant au cerveau un nerf récurrent propre sans qu'aucune commissure transverse ne les relie l'un à l'autre.

A l'origine ce système stomaco-gastrique a été découvert sur des dissections très habilement menées; personne n'a contrôlé depuis ces données anatomiques par les techniques histologiques modernes. C'est pour combler cette lacune que j'ai repris cette étude au point où A. Schneider l'avait abandonnée.

Des Tégénaires (*Tegenaria atrica* C. L. Koch, *T. derhami* Scopoli, *T. saeva* Blackwall) provenant d'élevage ont été fixées à tout âge au Duboscq-Brasil; les pièces ont été inclues uniformément à la celloïdine-paraffine suivant Millot [3], puis débitées en coupes sériées de 7,5 μ. Nous avons utilisé deux types de coloration topographique : la triple coloration de Prenant (hématoxyline, éosine, vert lumière) et le trichromique de Masson, modifié par Foot (hématoxyline, fuchsine acide-ponceau de xylidine, vert lumière). Les coupes orientées dans les différents plans (sagittal, frontal, transversal) ont permis l'établissement de reconstitutions planes.

---

(*) Séance du 2 novembre 1953.

(1) *Mélanges arachnologiques. Tabl. Zool. Poitiers*, 2, 1892, 135-198.

(2) *Vergleichende Anatomie des Nervensystems der wirbellosen Tiere*. Berlin, 1928, 1-628. 650 figures.

(3) *Aranéides. In* P.-P. Grassé, *Traité de Zoologie*, 6, Masson, 1949, Paris.

On peut diviser le système stomaco-gastrique des Tégénaires en trois parties : un nerf récurrent, un ganglion, et des ramifications arborescentes issues postérieurement du ganglion; ceci pour un côté du pharynx, l'autre lui étant absolument symétrique.

*Le nerf récurrent.* — Son origine est à rechercher dans le pont stomodéal, masse sympathique secondairement immigrée dans le cerveau et qui innerve principalement le rostre. Ce nerf sort à la partie postéro-inférieure du cerveau et va s'accoler à la paroi externe de l'aorte paire qu'il suivra sur tout son parcours; très mince, cette fibre est difficile à découvrir sur la paroi de l'aorte qui est elle-même beaucoup plus volumineuse que lui.

*Le ganglion.* — Le nerf récurrent se jette dans le ganglion stomaco-gastrique. Celui-ci est accolé à la paroi aortique; il vient se « nicher » sous un repli latéral en forme d'aile de l'endosternite mésodermique qui le recouvre comme un toit. La membrane capsulaire du ganglion se soude d'ailleurs par sa partie supérieure à la face interne du repli mésodermique. Reposant sur l'aorte par sa face inféro-latérale, accroché à l'endosternite par sa partie supérieure, le ganglion n'a aucun rapport avec la masse des muscles dilatateurs du pharynx qui l'entourent.

Le ganglion sympathique est entouré par une membrane capsulaire à noyaux allongés et aplatis, analogue au perineurium enveloppant le système nerveux central. Cette gaine fibrillaire est très résistante, sans contenir toutefois de fibres collagènes; elle se rattache à l'aorte d'une part et à la partie proximale du repli endosternitique d'autre part. Entre l'aorte et le ganglion, la membrane capsulaire est extrêmement mince, de sorte que les cellules ganglionnaires ne sont séparées du flux sanguin que par la paroi aortique et une fine pellicule membraneuse.

Les cellules ganglionnaires sont au nombre d'une vingtaine; ce sont de grands éléments, pourvus d'un noyau sphérique et d'un cytoplasme abondant, disposés sans ordre apparent à l'intérieur de la membrane capsulaire. Après fixation au liquide de Duboscq-Brasil on peut reconnaître deux types de cellules : des cellules nerveuses bipolaires typiques et des cellules manifestement sécrétrices.

Les cellules nerveuses se rencontrent à la partie antérieure et à la partie postérieure du ganglion. Leur taille ne dépasse pas 30 μ, leur cytoplasme est homogène sans vacuoles périphériques; elles présentent des prolongements nerveux sortant du ganglion.

Les cellules sécrétrices sont situées sur les bords ou au centre du ganglion, elles sont de grande taille (30 μ et plus); leur cytoplasme trahit une grande activité élaboratrice par la présence de nombreuses enclaves périnucléaires et de vacuoles périphériques, il retient nettement l'éosine de la triple coloration de Prenant et la fuchsine du trichromique de Masson; le noyau présente toujours un volumineux nucléole.

L'espace lacunaire contient des granulations ayant les mêmes affinités tinctoriales que le cytoplasme des cellules sécrétrices, ce sont très vraisemblablement des produits de sécrétion.

*Les ramifications arborescentes.* — Elles prennent naissance au niveau des cellules bipolaires et vont innerver le pharynx; leur trajet est extrêmement court.

Quel peut être le rôle de ces corps mi-nerveux, mi-sécréteur ? Il semble que le rôle essentiel de ce complexe ne soit pas uniquement nerveux et que la fonction sécrétrice soit prépondérante. Serions-nous alors en présence d'un organe neurendocrine inédit dans le groupe des Aranéides ? La structure double de ce ganglion le laisserait supposer; beaucoup d'arguments semblent appuyer cette thèse : la contiguïté de l'organe avec l'aorte (permettant le passage de substances élaborées dans le courant sanguin), la situation anatomique évoquant les glandes endocrines rétrocérébrales des Insectes (qui, rappelons-le, avaient été décrites tout d'abord comme un système sympathique), la variation de structure des cellules au cours des différentes étapes de la vie, tout ceci semble de poids mais n'est malheureusement pas décisif. Seules les expériences que nous poursuivons actuellement, tant au point de vue histochimique que purement expérimental, pourront confirmer ou infirmer cette hypothèse. D'ores et déjà il est certain que les prétendus « ganglions stomaco-gastriques » ne jouent pas un rôle uniquement nerveux dans le métabolisme des Araignées et c'est pour marquer cette différence que nous les nommerons temporairement « organes de Schneider » (du nom du zoologiste français qui les a découverts) en attendant de pouvoir leur attribuer une fonction plus précise.

ANATOMIE COMPARÉE. — *A propos du* Sciuromys Cayluxi *Schl., Rongeur des Phosphorites du Quercy.* Note de M^lle **Madeleine Friant**, présentée par M. Émile Roubaud.

Le *Sciuromys Cayluxi* Schl., de l'Oligocène des Phosphorites du Quercy, dont les molaires, à l'état non abrasé, étaient, jusqu'ici, inconnues, nous révèlent que ce Rongeur, plus évolué que les diverses espèces de *Sciuroïdes* du Tertiaire inférieur d'Europe, est, cependant, archaïque encore, par le nombre restreint des lames de ses dents jugales et la forme biscupide de plusieurs d'entre elles.

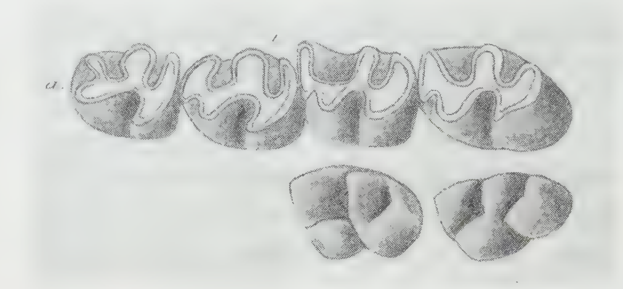
En 1884, M. Schlosser [1] décrivait, de l'Oligocène des Phosphorites du Quercy, d'après la mandibule, les dents inférieures, l'humérus et le fémur, un genre de Rongeur nouveau, *Sciuromys*, avec une espèce unique, *Sciuromys Cayluxi*.

Les affinités du *Sciuromys*, très difficiles à établir, comme M. Schlosser

(1) *Palaeontographica*, 31, 1884, p. 81.

lui-même l'avait noté, fut, par la suite, rapproché, tout à tour, des *Ischyromyidæ* fossiles et des *Dipodidæ*, encore actuels.

Au Muséum national d'Histoire naturelle, j'ai étudié les exemplaires qui proviennent des Phosphorites de Villeneuve, dans le Quercy. La dentition jugale inférieure $\left({}_{1}P, {}_{3}M\right)$, la seule connue, d'un sujet adulte encore jeune (*fig.* 1, *en haut*), ressemble tout à fait à l'une de celles représentées par M. Schlosser : la table d'usure de chacune des dents possède un sinus externe accusé et deux sinus internes devenant « tubes intermédiaires » [2] vers la base de la couronne, comme le montre une autre figure de M. Schlosser. Toutes les dents jugales sont à croissance peu prolongée.



*Sciuromys Cayluxi* Schl. de la collection Rossignol (Muséum de Paris). Villeneuve (Quercy) 1893-11. — *En haut* : série des dents jugales inférieures gauches, *abrasées*, d'un sujet adulte. — *En bas*, d'avant en arrière : $M_2$, $M_3$ gauches, *non abrasées*, d'un sujet jeune. (Sept fois et demie grandeur naturelle environ.)

Les molaires, non encore abrasées, d'un exemplaire très jeune me permettent d'affirmer qu'à ce stade, le seul significatif, leur couronne est à trois lames transverses (*fig.* 1, *en bas*) et, fait remarquable, au niveau de $M_3$, les deux dernières lames possèdent l'indication des deux tubercules du type archaïque, si nets au niveau des crêtes dentaires du *Sciuroïdes* éocène d'Europe, par exemple. La prémolaire, plus étroite que les molaires, est aussi un peu plus simple. Les lames s'unissent rapidement, comme le montrent les stades d'abrasion.

Cette morphologie dentaire ne rapproche pas le *Sciuromys* de l'*Ischyromys* oligocène d'Amérique du Nord [3], dont les molaires inférieures sont à quatre lames, de forme différente de celles de notre Rongeur, avec les deux médianes, de beaucoup, les plus épaisses.

L'*Allactaga* encore actuelle $\left(\text{formule dentaire jugale : } \frac{1}{0}P, \frac{3}{3}M\right)$, parmi les *Dipodidæ* (Rongeurs relativement archaïques, en dépit de l'adap-

---

(2) M. Friant, *Publications Muséum*, Paris, **1**, 1933, p. 97.
(3) M. Friant, *Ann. Mag. nat. Hist.*, **16**, 1935, p. 392.

tation au saut de la majorité d'entre eux), possède des molaires inférieures qui, au stade abrasé, le seul connu, ressemblent beaucoup à celles du *Sciuromys* : le nombre et la disposition des sinus, très comparables, indiquent, à chaque molaire, la présence originelle de trois lames transverses principales, comme chez notre fossile. Je n'ai pu, malheureusement, me procurer, au Muséum de Paris, ni au British Museum natural History, aucune dentition intra-alvéolaire d'*Allactaga*, permettant de confirmer les affinités de notre Rongeur avec les Gerboises.

En résumé, le *Sciuromys Cayluxi* Schl., de l'Oligocène des Phosphorites du Quercy, dont les molaires à l'état non abrasé, le seul anatomique, étaient, jusqu'ici, inconnues, nous révèlent que ce Rongeur, plus évolué que les diverses espèces de *Sciuroïdes* du Tertiaire inférieur d'Europe, est, cependant, archaïque encore, par le nombre restreint des lames de ses dents jugales et la forme bicuspide de plusieurs d'entre elles. Le *Sciuromys* semble se rapprocher, surtout, du genre encore vivant, *Allactaga*, parmi les *Dipodidæ*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Effet du glucose et du glycogène sur la minéralisation* in vitro *du cartilage ossifiable normal.* Note de MM. **Michel Polonowski**, **Pierre Cartier** et **Jacques Picard**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le cartilage métaphysaire, zone active de minéralisation des os longs, est riche en acide adénosine triphosphorique (ATP) : la formation d'ATP coïncide avec le changement de type métabolique, qui devient aérobie au niveau de la pénétration vasculaire ([1]). La présence de glycogène dans la zone épiphysaire, son absence dans le cartilage non ossifiable ou rachitique, sa disparition dans les travées osseuses néoformées, laissent supposer que le glycogène participe au processus de l'ossification. La mise en évidence par Gutman d'une activité phosphorylasique dans les coupes d'épiphyses de jeunes lapins suggère que le glycogène intervient par les phosphodérivés qui se forment au cours de sa dégradation. Nous avons montré antérieurement ([2]) que la minéralisation de cartilage ossifiable normal d'embryon de mouton devient intense quand la source de phosphore est représentée par de l'ATP, alors qu'elle reste extrêmement faible en présence de phosphates ou des seuls dérivés phosphorylés de la glycogénolyse.

Pour préciser le rôle du glucose et du glycogène dans les étapes de la calcification, nous avons placé des coupes de cartilage ossifiable normal

---

([1]) P. Cartier, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **33**, 1951, p. 161-169.
([2]) M. Polonowski et P. Cartier, *Comptes rendus*, **232**, 1951, p. 119.

d'embryon de mouton à 37°, pendant 20 h, dans des solutions minéralisantes équilibrées contenant du calcium, du phosphore sous forme d'ATP ou d'orthophosphates, et, éventuellement, du glucose ou du glycogène, et des inhibiteurs de la glycogénolyse. L'enrichissement en phosphore et calcium des coupes et l'apparition dans les liquides minéralisants de citrate et de lactate (témoins de l'intensité des processus de respiration et de glycolyse), ont été appréciés simultanément. Les résultats sont groupés dans le tableau ci-dessous.

| Solution minéralisante. | Phosphore fixé par la coupe. | Apparus dans le milieu. Lactate. | Citrate. |
|---|---|---|---|
| 10/0/5 ATP (*) | 210 γ<br>100 | 140 γ<br>100 | 150 γ<br>100 |
| 10/0/5 ATP + 18 glucose | 70 | 770 | 201 |
| 10/0/5 ATP + 180 » | 29 | 1770 | 305 |
| 10/5/0 ATP + 180 » | 28 | 1370 | 267 |
| 10/0/5 ATP + 18 glycogène | 111 | 175 | 145 |
| 10/0/5 ATP + 180 » | 85 | 271 | 321 |
| 10/5/0 ATP + 180 » | 16 | 222 | 280 |
| 10/0/5 ATP | 100 | 100 | 100 |
| » + cyanure M/1000 | 105 | 352 | 33 |
| » + malonate M/250 | 110 | 179 | 27 |
| » + dinitrophénol M/5 000 | 90 | 200 | 23 |
| » + fluoracétate M/333 | 84 | 272 | 254 |
| » + iodacétate M/1000 | 148 | 43 | Traces |
| 10/0/5 ATP + 18 glucose | 100 | 100 | 100 |
| » » + cyanure M/1000 | 101 | 109 | Traces |
| » » + malonate M/250 | 95 | 98 | 50 |
| » » + dinitrophénol M/5 000 | 95 | 106 | 67 |
| » » + iodacétate M/1000 | 159 | 7,2 | Traces |
| 10/0/5 ATP + 18 glycogène | 100 | 100 | 100 |
| » » + cyanure M/1000 | 103 | 191 | Traces |
| » » + malonate M/250 | 100 | 158 | 68 |
| » » + dinitrophénol M/5 000 | 86 | 155 | 68 |
| » » + iodacétate E/1000 | 123 | 45 | Traces |

(*) L'expression 10/0/5 ATP signifie que la solution minéralisante renferme dans 100 cm³ de liquide de Robison 10 mg de calcium, pas d'orthophosphates, et 5 mg de phosphore ATP. Le glucose et le glycogène sont exprimés en milligrammes pour 100 cm³ de solution.

Les valeurs ci-dessus correspondent aux pourcentages par rapport à l'expérience de référence, fixée arbitrairement à 100.

1° En l'absence de glucose ou de glycogène, l'ATP minéralise intensément les coupes. La production de lactates et de citrates est faible.

2° Le cartilage utilise très largement le glucose; cette glycolyse est en majeure partie anaérobie comme le montre le taux peu élevé des citrates

formés; l'intensité de la glycolyse n'est sensiblement pas modifiée par l'addition d'ATP. Cependant la présence de glucose diminue très fortement la minéralisation par l'ATP. La glycogénolyse est très faible et ne modifie pas la minéralisation par l'ATP.

3° Les inhibiteurs de la glycolyse (acide monoiodacétique, fluorure de sodium) augmentent la minéralisation. Au contraire l'inhibition de la seule phase aérobie de la glycolyse (cyanure, malonate, dinitrophénol, fluoracétate) est sans action marquée sur la minéralisation.

Ces résultats ont été confirmés par la mesure de la glycolyse et de la respiration des coupes de cartilage par la méthode manométrique de Warburg.

Nos résultats mettent en évidence un antagonisme très net entre la glycolyse et la minéralisation par l'ATP, dû soit à une action propre du glucose ou de ses dérivés sur le système ATP asique, soit à un équilibre entre les réactions d'utilisation de l'ATP dans la glycolyse et dans la minéralisation du cartilage.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur les composés aminés non saturés. VIII. Influences de la longueur de la chaîne hydrocarbonée et de la présence d'une liaison multiple en diverses positions sur les activités nicotiniques excitantes de sels d'ammonium quaternaires.* Note (*) de MM. **Joseph Jacob**, **Israël Marszak**, **Roland Epsztein**, **Martin Olomucki** et **Jean-Pierre Guermont**, présentée par M. Jacques Tréfouël.

Les activités nicotiniques excitantes des composés acétyléniques : $R-C\equiv C-(CH_2)_n-N(CH_3)I$ ($R=H$, $CH_3$, $C_2H_5$, etc., $n=1$ à 6); éthyléniques : $CH_2=CH(CH_2)_n\ N(CH_3)_3\ I$ ($n=1$ à 6); ainsi que les dérivés saturés correspondants ont été déterminées et comparées entre elles. L'évolution de ces propriétés diffère nettement de celle des activités parasympathomimétiques.

Nous avons décrit précédemment la synthèse et les propriétés parasympathomimétiques des composés acétyléniques $R-C\equiv C(CH_2)_n-N(CH_3)_3\ I$ ($R=H$, $CH_3$, etc., $n=1$ à 4) ω-éthyléniques $CH_2=CH-(CH_2)_n-N(CH_3)_3\ I$ ($n=1$ à 4), ainsi que des dérivés saturés correspondants (¹). Nous avons étendu nos recherches aux composés contenant une liaison multiple en position encore plus éloignée ($n>4$) de la tête cationique $-N(CH_3)_3\ I$; ces produits sont, à notre connaissance, nouveaux : iodure de triméthylammonium-1 heptyne-6 F 132-133°; octyne-6 F 83°; octyne-7 F 152-153°; heptène-6 F 122-123° et octène-7 F 141°. Leur synthèse sera décrite ailleurs. Leurs activités parasympathomimétiques, non encore signalées, se sont révélées très faibles.

---

(*) Séance du 9 novembre 1953.

(¹) I. Marszak, J. Jacob, R. Epsztein et M. Olomucki, *Comptes rendus*, 236, 1953, p. 246.

### Tableau I.

*Activités nicotiniques des composés saturés* $R-N(CH_3)_3I$ *et des termes correspondants ω-éthyléniques et ω-acétyléniques.*

| Nombre de C de R. | Composés saturés | Composés ω-éthyléniques | | Composés ω-acétyléniques | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *a.* | *a.* | *b.* | *a.* | *b.* | *c.* |
| 3..... | 0,2–0,4 | 0,4 | 1 | 0,1 | 0,7 | 0,7 |
| 4..... | 1–6 | 1,5 | 0,5–1 | 0,5 | 0,4 | 0,7 |
| 5..... | 3–10 | 3–10 | 0,5 | 1–2 | 0,2–0,3 | 0,5 |
| 6..... | 5–10 | 5–10 | 0,5–1 | 6 | 0,7 | 0,8 |
| 7..... | 2–3 | 2–4 | 2 | 3–4 | 2 | 1–1,3 |
| 8..... | 0 | → 0 | 0/0 | 1 | 1/0 | 1/0 |

*a.* Activités par rapport à l'acétylcholine.

*b.* Activités par rapport au dérivé saturé correspondant.

*c.* Activités par rapport au dérivé éthylénique correspondant. *b* et *c* sont, comme *a*, des rapports expérimentaux.

### Tableau II.

*Activité nicotinique. Variations suivant le nombre d'atomes de carbone du reste* R *dans les séries homologues acétyléniques et saturées de formule générale* $R-N(CH_3)_3I$.

| Composés. | Nombre d'atomes de C dans R. 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| —C≡C— en 2–3 (α)...... | 0,1 | 0,5 | 0,8 | 1 (*) | 0,5 | 0 |
| —C≡C— en 3–4 (β)...... | – | 0,4 | 0,8 | 1 (*) | 0,3–0,4 | 0 |
| —C≡C— en 4–5 (γ)...... | – | – | 1,5–2 | 1 (*) | → 0 | 0 |
| —C≡C— en 5–6 (δ)...... | – | – | – | 1 (*) | 0,05 | 0 |
| —C≡C— en 6–7 (ε)...... | – | – | – | – | 1 (*) | 0,25 |
| Composés saturés......... | 0,05 | 0,5 | 0,6–1 | 1 (*) | 0,5 | 0 |

(*) Dans les séries α, β, γ et δ l'unité est représentée par l'activité du terme en $C_6$, dans la série ε par celle du terme en $C_7$.

### Tableau III.

*Influence de la présence et de la position d'une triple liaison pour des composés contenant le même nombre d'atomes de carbone dans la chaine (l'activité du dérivé saturé correspondant* = 1).

| Nombre de C de R. | Composé saturé. | Isomères acétyléniques. 2–3 (α). | 3–4 (β). | 4–5 (γ). | 5–6 (δ). | 6–7 (ε). | 7–8 (η). |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3........ | 1 | 0,7 | | | | | |
| 4........ | 1 | 0,2 | 0,4 | | | | |
| 5........ | 1 | 0,15 | 0,2–0,3 | 0,2–0,3 | | | |
| 6........ | 1 | 0,15 | 0,2 | 0,09 | 0,7 | | |
| 7........ | 1 | 0,4 | 0,3 | 0,04 | 0,25 | 2 | |
| 8........ | (0) | (%) | (%) | (%) | (%) | (1/0) | (1/0) |

Nous étudions ici les propriétés nicotiniques excitantes (hypertension chez le chien atropinisé) des composés appartenant à nos diverses séries.

Le tableau I montre que pour les dérivés saturés, ω-éthyléniques et ω-acétyléniques, les activités nicotiniques maximales sont présentées, non plus pour les termes en $C_5$ mais plutôt pour ceux en $C_6$. On y voit aussi que la triple liaison en ω exerce une influence défavorable pour le terme en $C_6$ et ses homologues inférieurs, favorable au contraire pour les termes en $C_7$ et en $C_8$ ; la double liaison a des influences similaires mais toujours moins intenses, surtout dans le cas du terme en $C_8$ dont l'activité nicotinique est douteuse. Un optimum d'activité nicotinique pour le terme en $C_6$ se retrouve aussi, plus nettement encore, pour les dérivés α et β acétyléniques (tableau II); pour les composés γ-acétyléniques, c'est le terme en $C_5$ qui est le plus efficace mais il convient de souligner que dans cette série, le terme en $C_5$ est un acétylénique vrai et le terme en $C_6$ un acétylénique bisubstitué. Parmi les différents isomères acétyléniques (tableau III) les acétyléniques bisubstitués ne sont jamais plus actifs que les acétyléniques monosubstitués. Ces derniers sont au contraire souvent les plus efficaces. Enfin, il n'est guère possible de dégager isolément l'influence d'une position bien déterminée α, β, γ, ou δ de la triple liaison. L'évolution des propriétés nicotiniques excitantes de ces composés diffère donc notablement de celle de leurs propriétés parasympathomimétiques ; ces dernières en effet présentaient un net optimum pour les termes en $C_5$, étaient très généralement exaltées par la présence d'une triple liaison, et la position α se révélait systématiquement comme le plus favorable. Comme les longueurs optimales ne sont pas identiques dans l'un et l'autre cas, on est tenté de considérer que les deux catégories de récepteurs cellulaires diffèrent par des facteurs dimensionnels, ceci sans préjudice de facteurs électroniques également spécifiques.

A 16 h 10 m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16 h 55 m.

R. C.

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

### Ouvrages reçus pendant les séances d'octobre 1953 (*suite*).

*Notice sur Max Lohest, membre de l'Académie royale de Belgique*, par Paul Fourmarier. Extrait de l'*Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 1953. Bruxelles, Palais des Académies, 1953; 1 vol. 19 cm.

*On the fate of the lymphocyte*, by Karl-Erik Fichtelius, in *Acta anatomica*, supp. 19 = 1 AD. Vol. XIX (1953). Basel, New York, S. Karger, 1953; 1 vol. 25 cm.

*Postcibal symptoms after partial gastrectomy for peptic ulcer*, av Sten Meurling, Uppsala, Almquist and Wiksells Boktryckeri AB, 1953; 1 vol. 23 cm (en langue anglaise).

*Rapport sur l'attribution du prix Gaudry à M. Emmanuel de Margerie*, par Léon Lutaud. Extrait du *Compte rendu sommaire des séances de la Société géologique de France*, 1953, nº 11; 1 fasc. 25 cm.

*Étude théorique et expérimentale sur la similitude des fluides incompressibles pesants*, par Léopold Escande. *Thèse*. Paris, R. G. E., 1929; 1 fasc. 27 cm.

*Index generalis. Dix-neuvième année* 1952-1953, dirigé par Simone de Montessus de Ballore. Paris, Dunod, 1953; 1 vol. 23,5 cm (présenté par M. P. Montel).

Observatoire de l'Université de Toulouse. *Mouvements propres des étoiles des catalogues photographiques de Toulouse*. Paris, Centre national de la recherche scientifique, 1952; 1 vol. 27 cm.

Université de Paris. Série A. Nº 183. *Ce que nous apprennent les crapauds et les grenouilles*, par Jean Rostand. Nº 184. *Commentaires sur la première plaie d'Égypte : l'eau du fleuve changée en sang*, par Louis Fage. Paris, Les conférences du Palais de la Découverte, 1953 ; 1 fasc. 21 cm.

Id. Série B. Nº 25. — *Recherches sur l'action des vibrations soniques et ultra-soniques sur les rongeurs*, par Hubert Frings et Mable Frings. Paris, Les conférences du Palais de la Découverte, 1953; 1 fasc. 21 cm.

État du Viêt-Nam. *Archives des recherches agronomiques et pastorales du Viet-Nam*. Nº 17. *Rapport d'activité de la direction des recherches agronomiques et pastorales pendant l'année* 1952, par E.-J. Lhomme. Saïgon, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1953; 1 vol. 27 cm (présenté par M. A. Chevalier).

(*A suivre*.)

